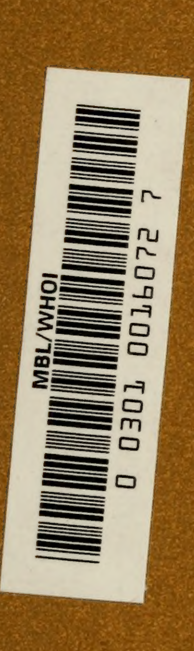
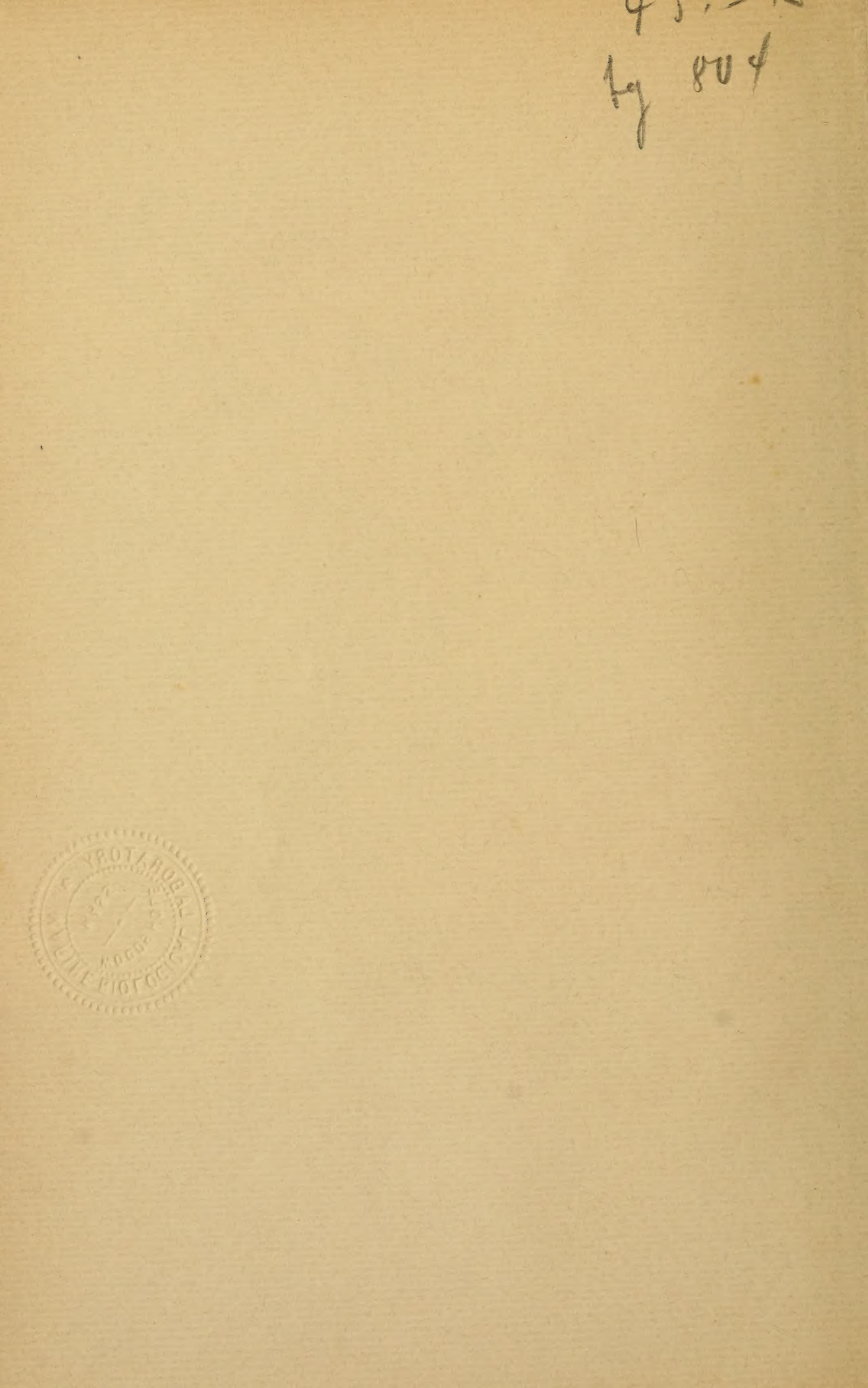


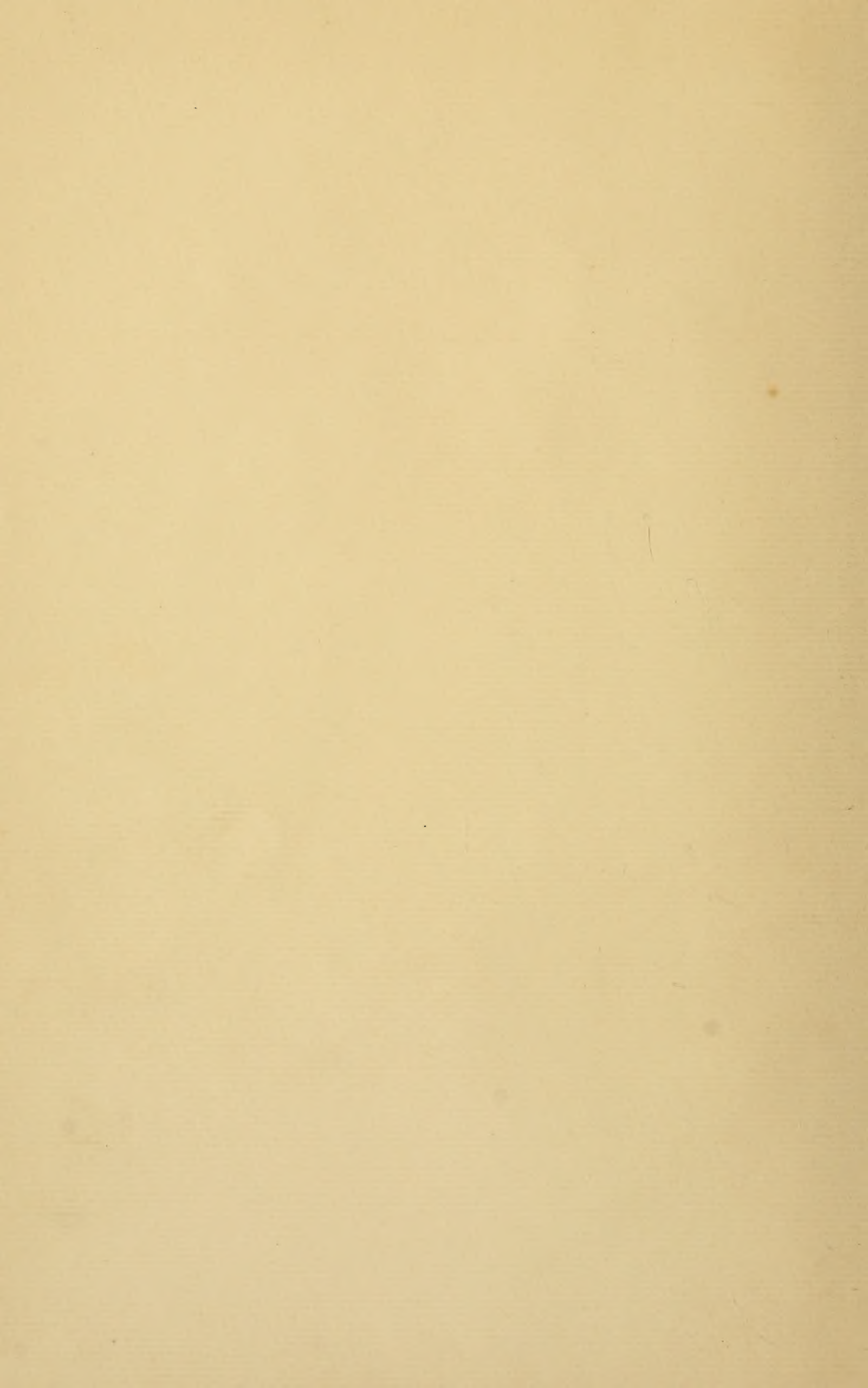












Beiträge

zur

Histologie der Echinodermen.

Heft 1.

Die Holothurien.

Von

Dr. Otto Hamann,

Privatdozenten an der Universität Göttingen.

Mit 6 Tafeln und 3 Holzschnitten.





Jena,
Verlag von Gustav Fischer
1884.

Inhalt.

Specieller Teil.

I. Abschnitt.

Synapta digitata. (Apoda.)

II. Abschnitt.

Die Pedaten.

III. Abschnitt.

Zusammenfassung der Resultate.

Einleitung.

Was wir bisher über die Gewebe der Holothurien erfaren haben, ist so unendlich wenig und datirt zum Teil aus einer Zeit, welcher die neuen Methoden noch unbekannt waren, dass es wol nicht übertrieben ist, wenn ich sage, dass die Histologie dieser Gruppe, wie der Echinodermen überhaupt, noch vollständig unbekannt ist. Ueber einzelne Teile, wie das Nervensystem, die Bindesubstanz, die Muskulatur, wissen wir ja fast garnichts, ja nicht einmal die Topographie ist bei den Holothurien festgestellt.

Indem so das ganze Gebiet noch als ein vollständig unbekanntes gelten kann, wird es erklärlich, dass in dieser Arbeit es zunächst darauf ankommen muss, die topographischen Beziehungen der einzelnen Gewebe zu einander klar zu stellen. Soweit als nötig habe ich hierzu frisches Material verwendet, das ich im Seewasser-Aquarium des hiesigen zoologischen Institutes, dessen Mittel Herr Professor Ehlers mit gröfster Liberalität mir zur Verfügung stellte, längere Zeit frisch erhalten konnte. Sowol lebendes Material aus Triest, als auch aus der Nordsee, stand mir in genügender Zal zu Gebote. Aufser selbst konservirtem Material benutzte ich ausgezeichnet konservirte Exemplare von Synapta digitata, welche von der zoologischen Station in Neapel herrüren. Es waren die Tiere teils in Sublimat, teils in Osmiumsäure oder Chromsäure, teils durch sofortiges Hineinwerfen in Alkohol getötet worden.

Am besten geeignet die Gewebe, besonders das Nervensystem zu erhalten, fand ich ein Gemisch von Chromsäure und Osmiumsäure (in verschiedenen Zusammensetzungen). Eine nachherige Färbung mit einem essigsauren Karmin oder Hämatoxylin erwies sich am vorteilhaftesten. —

Die lebenden Tiere wurden vermittels einer scharfen Scheere der Länge nach aufgeschlizt (vom After beginnend) und im selben

Moment in die Chromsäure (3 %—5 % mit wenigen Tropfen Osmiumsäure 1 %) hineingelegt, sodass eine Kontraktion oder Zerstückelung derselben wenig oder garnicht eintreten konnte. —

Im ersten Abschnitt schildere ich die Gewebe der Synapta digitata. Wenn man hie und da Lücken antreffen wird, so liegt dies in der Natur der Sache. Da wo ich mit konservirtem Material nicht hinreichende Einsicht in den Bau der Organe erhalten konnte und lebendes Material nicht zur Verfügung stand, habe ich auf eine Darstellung der Verhältnisse verzichtet. Dies gilt von den Wimpertrichtern des Mesenteriums, welche zu untersuchen reichliches frisches Material unerlässlich ist.

Von den Pedaten habe ich diejenigen Organe vor allem berücksichtigt, welche zum Vergleich mit den Apoden speciell Synapta, dienen können.

Dass die Untersuchung der Gewebe der Echinodermen mit mancherlei Schwierigkeiten verknüpft ist, darf wol als bekannt vorausgesetzt werden. In Folge dessen möchten auch die Mängel einer solchen Arbeit, die es zum ersten Mal unternimmt Klarheit zu schaffen, nicht zu scharf beurteilt werden!

Specieller Teil.

I. Abschnitt.

Synapta digitata Mntg. (Apoda).

Das Nervensystem.

Während wir über das Nervensystem in den verschiedenen Tiergruppen mehr oder minder unterrichtet sind, so kennen wir dasselbe bei den Echinodermen noch so gut wie garnicht. Besonders die Gruppe der Holothurien ist, was vor allem den feineren Bau des Nervensystems anlangt, noch nicht zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht worden.

„Seitdem Joh. Müller[1]) und Baur[2]) ihre Beobachtungen über Synapta veröffentlicht haben, ist nur wenig Neues hinzugefügt worden.

Bevor ich die eigenen Untersuchungen wiedergebe, wird es von Interesse sein, einen wenn auch nur sehr kurzen Rückblick auf unsere Kenntnisse über das Nervensystem zu werfen.

Der erste, welcher den Nervenring bei Synapta beschrieben hat, war Baur. Er schildert ihn als einen weifslichen rundlichen kreisförmigen Strang, welcher an der Innenseite des Kalkringes liegt. Von ihm gehen fünf Hauptstämme zu den fünf Längsmuskeln in der Körperwand. Auch der Verlauf der Nerven in den Tentakeln war ihm nicht entgangen. Von dem Aufsenrande des Nervenringes gehen Aeste ab, von welchen je einer in einen der zwölf Tentakeln verläuft. Den weiteren Verlauf in denselben konnte jedoch Baur nicht verfolgen.

---

[1]) Joh. Müller, Ueber Synapta digitata und die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin 1852.

[2]) Baur, Beiträge zur Naturgesch. der Synapta digitata. Nova Acta k. L.-C. D. Akad. d. Naturf. Dresden 1864.

Da diesem Forscher die feineren Methoden, deren wir uns jetzt bedienen, ja noch nicht zu Gebote standen, so konnte er auch nicht einen richtigen Einblick in die Gewebe, welche das Nervensystem bilden, erhalten. Daher erscheinen auch seine Angaben weit entfernt ein Verständnis der Nerven herbeiführen zu können.

Baur beschreibt den Nervenring sowol als die fünf in der Körperwand verlaufenden Nervenzüge als Rören, welche einen Kanal enthalten sollen. Der Inhalt der Rören „die den Nervenkanal begrenzende Nervensubstanz" sollte weiterhin „aus grofsen runden oft in Reihen stehenden Körperchen" bestehen, die er mit Zellkernen vergleicht. Zu dieser Ansicht, dass die Nervenzüge Rören seien, kam Baur dadurch, dass er den Kanal, der in Warheit nach innen von jedem Nerven gelegen mit diesem verläuft, als mit zu letzterem gehörig ansah, wärend er mit demselben in gar keiner Beziehung steht.

Nächst Baur ist Semper[1]) hervorzuheben, welcher jedoch mehr nach der anatomischen Seite hin unsere Kenntnisse zu vervollständigen suchte. Ihm verdanken wir wichtige Bemerkungen über peripherische Hautnerven und deren Endigungen in der Haut, welche aber bereits Joh. Müller beschrieben hatte. Im Gegensatze zu letzteren hat Baur niemals Hautnerven bei Synapta beobachten können.

Semper hat weiterhin zuerst den Schlundnerven beschrieben, welcher sich vom Ringnerven abzweigt und welcher den früheren Beobachtern, selbst Baur, entgangen war.

Es finden sich noch bei verschiedenen Autoren beiläufige Bemerkungen über die Histologie des Nervensystems, so bei Jourdan[2]) und Théel[3]). Auf diese Angaben komme ich noch im folgenden zu sprechen. —

Bevor ich den histologischen Bau schildere, werde ich in kurzem die Anatomie des Nervensystems geben.

Als Gehirn der Synapta kann man den sogenannten (Ringnerv) Nervenring ansehen. Dieses Gebilde verläuft, wie Baur richtig angegeben hat, innerhalb des Kalkringes in die Bindesub-

---

[1]) Semper, Holothurienwerk, pag. 151.

[2]) Jourdan, Et. Recherches sur l'histologie des Holothuries in: Annales du musée d'histoire naturelle de Marseille. Tome Ier. 1883.

[3]) Théel, Report on the Holothurioidea collected during the voyage of the „Challenger." Part. 1.

stanz eingebettet. Genauer gesagt, verläuft dieser Gehirnring an der Basis der Tentakel und liegt dem Coelomepithel fast unmittelbar auf, indem nur eine ganz dünne Lage der Bindesubstanz zwischen beiden sich findet. Von diesem Gehirnring oder Gehirn stralen nach den verschiedenen Organen, nach den Tentakeln, dem Darmtractus, der Haut Nervenzüge aus, die sämmtlich in ihrer Entwicklung nicht die Mächtigkeit des ersteren erreichen.

Als fünf Hauptnervenstämme stralen vom Gehirn aus zunächst die fünf „Ambulacralnerven" oder Radialnervenstämme, wie ich sie des weiteren nennen werde. Sie durchsetzen den Kalkring und verlaufen in der Cutis der Leibeswand und zwar in der Mittellinie der fünf Radialmuskeln. Man kann ihren Verlauf bis zum After verfolgen. Je näher sie diesem kommen, desto schmäler werden sie, um am Ende spitz zu verlaufen und mit ihren letzten Nervenfasern die Körperhaut und die Hautmuskulatur zu versorgen, wie sich an Querschnittserien erkennen lässt, die man durch das hintere Ende der Leibeswand gelegt hat. Jeder der fünf Radialnervenstämme wird von einem Gefäfs bekleidet, welches aus dem Ringkanal des Wassergefäfssystemes entspringt. Es endet, soweit sich das feststellen lässt, am hinteren Leibesende blind, indem es an Lumen in dem Mafse abnimmt, wie der Radialnerv sich verjüngt. — Von diesen fünf Radialnervenstämmen entspringen Nervenstränge, die zur Körperepidermis ziehen und die Cutis durchsetzen. Sie enden entweder in Sinnesorganen in den von mir zum ersten Male kurz[1]) geschilderten Sinnesknospen oder in den Tastpapillen, oder aber in Sinneszellen, die in der Haut sich finden. Hierüber wird weiter unten die Rede sein.

Aufser diesen fünf Radialnervenstämmen gehen vom Gehirn zwölf Nervenäste ab zu den zwölf Tentakeln. Sie entspringen von der Aufsenseite des Gehirns und verlaufen der Längsmuskulatur aufliegend nur durch eine dünne hyaline Membran getrennt, um schliefslich in vier Aeste sich zu verästeln und jedes Fülerchen des Tentakels zu versorgen (vergl. Figur 60). Diese Tentakelnervenäste entsenden Nerven zu den Sinnesknospen und zu den auf den Tentakeln befindlichen Tastpapillen der Haut.

Vom Gehirn geht zuletzt noch ein Nervenast ab zum Darmtractus, um den Oesophagus zu versorgen und an dessen

---

[1]) s. Beiträge zur Histologie d. Echinodermen, II. Zeitschr. f. w. Z. Band XXXIX. pag. 318.

Basis zu verschwinden. Ehe dieser Oesophagealnerv in den Schlund eintritt, zweigen sich Nerven von ihm ab, welche zum Epithel der Mundscheibe ziehen.

Zu diesen Nervenstämmen, welche vom Gehirn ausstralen und welche das Centralnervensystem der Synapta bilden, treten folgende periphere Teile zum Nervensystem hinzu.

Zunächst sind es die Sinnesknospen, welche auf der Innenseite der Tentakeln in unbestimmter Anzal vertreten sind und zweitens die Tastpapillen, welche über den Körper zerstreut angetroffen werden. Sie stehen mit den Nervenstämmen durch die Hautnerven in Verbindung. Aufserdem ist ein Nervenplexus zu erwänen, der diese Organe mit einander verbindet, und unterhalb der Epidermis verläuft. Er besteht aus Nervenfibrillen und Ganglienzellen und lässt sich sowol auf Schnitten, die durch die Körperwand gelegt sind, nachweisen, als auch an Meceratiospräparaten.

Zu diesen Teilen des Nervensystems, also dem Gehirn, den Radial- und Tentakelnervenstämmen, dem Oesophagealnervenast, den Hautnerven, den Sinnesorganen und dem Nervenplexus unter der Haut, kommt noch hinzu ein Nervenplexus, der im Magen und im Dünndarm sich findet. Letzterer dürfte seiner Entstehung nach entodermaler Natur sein, wärend die übrigen Teile des Nervensystems dem Ektoderm hinzugehören. —

An diese kurze Zusammenfassung schliefse ich die Histologie des Nervensystems an, indem ich zunächst das Centralnervensystem schildere und daran eine Schilderung der Körperepidermis schliefse, um mit dem peripherischen Nervensystem und den Sinnesorganen zu enden. —

1) Centralnervensystem.

Den Bau desselben untersucht man am besten mit Hülfe von Schnitten, welche zu den Nervenstämmen der Länge und der Quere nach gelegt sind. Hand in Hand mit dieser Methode gewinnt man durch Zerzupfungs- oder Klopfpräparate weitere Resultate, welche den durch die Schnittmethode gewonnenen controlirend zur Seite stehen.

Um leicht zu einem schnellen Einblick in den Bau eines Nervenstammes zu gelangen, wäle ich einen Tentakelnervenast und schildere seine Elemente, welche in den übrigen Nervenstämmen und dem Gehirn widerkehren.

Auf dem Querschnitt durch den Tentakel erkennen wir den Nervenast als ein halbmondförmiges Gebilde, welches in der Cutis, der Bindesubstanz, gelagert ist und der Längsmuskulatur des Tentakels aufliegt.

Wir sehen, dass der Nerv aus einer feinkörnigen Substanz zu bestehen scheint, welche von parallel zu einander verlaufenden Fortsätzen durchsetzt wird. Der peripherische convexe Teil des Nervenastes wird von einer Lage von Zellen begrenzt, deren Kerne an gefärbten Präparaten deutlich hervortreten. Die Fortsätze nun, oder Fasern stehen mit den einzelnen Zellen, die einen Beleg des Nervenastes bilden in Zusammenhang, während die feingekörnte Masse die auf dem Querschnitt getroffenen Nervenfibrillen vorstellt, welche parallel zur Tentakelachse verlaufen.

Dies erkennt man bei Betrachtung eines Längsschnittes (vergl. Figur 3). Dann bietet der Nervenast folgendes Bild. Peripherisch finden wir das Deckepithel wieder, wärend Fortsätze der einzelnen Zellen den ganzen Nervenast durchsetzen; und zwar verlaufen die einzelnen Fortsätze parallel und ungeteilt. Senkrecht zu ihnen also parallel zur Längsaxe des Nervenastes und des Tentakels ziehen die Nervenfibrillen, denen die Fortsätze des Deckepithels gleichsam zur Stütze dienen. Zwischen ihnen treten Zellen auf, welche in Verbindung mit den Nervenfibrillen stehen, es sind die Ganglienzellen.

Alle die genannten Elemente Deckepithel mit Stützfasern, Nervenfibrillen und Ganglienzellen trifft man in den übrigen Nervenstämmen an; ich will diese Elemente bevor ich die Radialnervenstämme, das Gehirn u. s. w. behandle, genauer schildern.

Was nun zunächst das Deckepithel anlangt, so ist dasselbe einschichtig und sind seine Zellen von folgender Gestalt. Der Kern von wenig Protoplasma umhüllt liegt stets peripherisch den Nervenfibrillen auf. Es sind diese Zellen somit kleine Protoplasmagebilde. An ihrer Basis (Figur 22) haben sie einen Fortsatz ausgeschieden, welcher die Nervenfibrillenschicht durchsetzt und dessen Verhalten gleich ist den bei den Asteriden[1]) beschriebenen Stützfasern. Von den Nervenfibrillen sind diese Fortsätze leicht zu unterscheiden, da ihr Durchmesser doppelt so grofs ist als der der Nervenfibrillen, und das Lichtbrechungsvermögen ein anderes ist als das der ersteren. — Wie ich schon hervorhob,

---

[1]) Vergl. Beitr. z. Histol. d. Echinod. Mitteilg. 1. Z. f. w. Zool. Band XXXIX. 1883.

verläuft der Fortsatz der Zelle, die Stützfaser, ungeteilt durch die Nervenfibrillen hindurch bis zur jenseits gelegenen Peripherie des Nervenastes. Das dem so ist, kann man leicht an Quer-Schnitten erkennen, welche senkrecht zur Längsaxe des Nervenstammes gefürt werden, und in gleicher Weise an Längsschnitten, sobald diese eben parallel zu den Stützfasern gelegt sind. Ist dies aber nicht der Fall, verläuft die Schnittfläche etwa unter einem spitzen Winkel zu letzteren, so werden die Stützfasern in verschiedenen Höhen getroffen [1]), und man bekommt Bilder, die den Anschein erwecken könnten, als ob sich dieselben verzweigten. Was nun die Isolation der Deckzellen anlangt, so ist dieselbe ziemlich schwierig zu erreichen. Auch hier leistete mir ein Gemisch von Osmium-Essigsäure gute Dienste, wärend zum Färben essigsaures Carmin oder Ranvier's Pikrokarmin gebraucht wurde. Dann färbte sich der Zellkern ungemein stark, wärend das Plasma der Zelle sich nur ganz wenig tingirte.

Die Hauptmasse des Nervenstammes, die auf dem Querschnitt uns als feingekörnte Masse entgegentrat, besteht aus feinen Fibrillen, welche dicht nebeneinander liegen und keinen Zwischenraum zwischen sich freilassen. Diese Nervenfibrillen verlaufen parallel miteinander. Sie sind von sehr hinfälliger Natur und es gelingt nicht leicht sie von einander zu isoliren. Ihr Durchmesser beträgt etwa 0,0004 mm. — Der parallele Verlauf der Fibrillen wird nicht nur in den Tentakelnervenästen eingehalten, sondern auch im Gehirn. Nur da erleidet er eine Unterbrechung, wo Nervenfibrillen in Bündel zusammentretend das Deckepithel durchsetzen, um die Haut oder die Sinnesorgane zu versorgen (Fig. 3). Desgleichen ist von einer solchen Lagerung nicht in den Nervenendplatten der Tastpapillen zu sprechen, wie ich unten dartun werde.

Ich wende mich nun zu den schon erwänten Zellen, welche zwischen den Nervenfibrillen angetroffen werden. Sie besitzen Fortsätze, meist zwei oder mehrere, welche in der Nervenschicht

---

[1]) Dass der Bau der Nerven auch bei den Pedaten derselbe ist, habe ich in einer früheren Arbeit gezeigt. Nach der Veröffentlichung derselben erschien eine Arbeit von Semon über das Nervensystem der Holothurien, in welcher in der Tat die Stützfasern als verzweigt dargestellt werden und nervöser Natur sein sollen. Der Verfasser hat nach solchen Schnitten diese Ansicht bekommen, welche nicht senkrecht zur Längsaxe etc. gefürt waren. Ich kann seine Darstellung nur als vollkommen irrig bezeichnen. —

verlaufen. Diese Zellen deute ich als Ganglienzellen. Der Kern ist von ovaler Gestalt. Der Längs-Durchmesser einer Zelle beträgt ungefär 0,0057—0,0071 mm., wärend ihre Breite mit 0,0014—0,0028 mm. angegeben werden kann. Nur wenig Protoplasma umhüllt den grofsen Kern, dessen man bei schwachen Vergröfserungen allein ansichtig wird, wärend Zellleib und Fortsätze erst bei stärksten Systemen zur Beobachtung kommen. Diese Ganglienzellen sind regellos zertreut. Bald trifft man deren viele, bald nur wenige an. — Ueber die Ganglienzellen welche in den Hautnerven angetroffen werden, wird weiter unten die Rede sein. Ihr Bau ist im wesentlichen immer der gleiche. —

Bevor ich nun die obigen Nervenstämme schildere, wollen wir die Frage entscheiden; woher kommen die Zellen, welche einen epithelialen Belag auf dem Nervenstamm bilden? Welches ist ihre Funktion? Sind sie mit ihren Fortsätzen nervöser Natur? Auf diese Fragen giebt uns zum einen Teil die Entwicklungsgeschichte Antwort, zum anderen ein Vergleich mit dem Nervensystem der Asteriden [1]). Bei diesen besteht das Nervensystem aus folgenden Elementen. Erstens den Nervenfibrillen und zweitens den Ganglienzellen. Die Fibrillen verlaufen zwischen den Fortsätzen des ventralen (und dorsalen) Körperepithels, und zwar zunächst der fünf Ambulacralrinnen. Die Epithelschicht besteht aus Zellen, welche gerade so gebaut sind wie diejenigen, welche das Deckepithel der Nervenstämme der Synapta, der Holothurien überhaupt, bilden. Weiterhin entstehen bei den Asteriden die Nervenfibrillen nicht nur in der Epidermis [2]), ektodermal, sondern sie bleiben auch hier beim erwachsenen Tier liegen. Bei den Holothurien entsteht das Nervensystem zwar auch im Ektoderm [3]), kommt aber beim erwachsenen Tier in die Cutis, die Bindesubstanz zu liegen, one jedoch seinen Zusammenhang mit dem Körperepithel aufgegeben zu haben. Wir finden es wieder in Gestalt der Nervenfaserschicht und einer peripheren Epithelschicht, welche entspricht dem Epithel der Ambulacralrinnen der Asteriden, zwischen deren basalen Fortsätzen die Nervenfasern verlaufen.

Diese Epithelschicht nenne ich kurz das Deckepithel der

---

[1]) verl. meine I. Mitteilg. Beitr. z. Hist. d. Echinod. Z. f. w. Zoologie Bd. XXXIX pag. 167 u. f.

[2]) Ludwig, Entwicklung der Asterina gibbosa. Morpholog. Studien an Echinod. 2. Band. Heft 2. 1882.

[3]) vergl. Selenka, Studien zur Entwicklungsgesch. der Tiere. 2. Heft, Keimblätter der Echinodermen. Wiesbaden 1883.

Nerven. Seine Zellen mit ihren Fortsätzen verleihen den Nervenfibrillen einen gröfseren Halt und grenzen sie von den umliegenden Geweben ab.

Ich wende mich jetzt zum Gehirnring, dem stärkst entwickelten Teile des Nervensystems. Wärend bei den Tentakelnervenästen der Höhendurchmesser 0,045 mm. beträgt, ist die Höhe des Gehirnringes mit 0,169 mm. und seine Breite durchschnittlich mit 0,39 mm. anzugeben. Auf dem Querschnitt getroffen erscheint der Gehirnring als Halbkreis, dessen Peripherie vom Deckepithel überzogen ist. (vergl. Fig. 21). Auf Schnitten welche annähernd in der Richtung des Faserverlaufes geführt werden, ergiebt sich über seine Zusammensetzung folgendes: (vergl. Figur 20.) Wir treffen zunächst die Nervenfasern mit den eingestreuten Ganglienzellen an. Die ersteren verlaufen cirkulär und nur an denjenigen Stellen, wo aus dem Gehirnring Fibrillenbündel austreten, um von Deckepithel bekleidet als Nervenstämme abzugehen, tritt eine Aenderung im Verlaufe ein.

Was die Verteilung der Ganglienzellen anlangt, so muss hervorgehoben werden, dass die Zahl derselben gröfser ist, als in den Nervenstämmen, indem sie dichter beisammen liegen und dass an der Basis des Gehinringes besonders viele angehäuft sind. Die Ganglienzellen sind zum gröfsten Teil bipolar, und erhalten hierdurch ein spindelförmiges Aussehen. Aufser diesen bipolaren Zellen kommen solche mit drei oder mehr Ausläufern vor, wie ich mich an Isolationspräparaten des öfteren überzeugen konnte. Auch hier tritt es wieder auffällig hervor, dass die Ganglienzellen nur wenig Plasma besitzen, welches den grofsen ovalen Kern umhüllt und oft kaum mehr warnehmbar ist. Durch Haematoxylinfärbung tritt dasselbe deutlich hervor, wärend es an Carminpräparaten meist kaum zu erkennen ist. —

Die Stützfasern, von denen je eine zu einer Zelle des Deckepithels gehört, verlaufen ungeteilt die Nervenfibrillenschicht durchsetzend. Da ihr Verlauf nicht streng parallel zu einander ist, und sein kann, wie ein Blick auf Figur 21 lehrt, so trifft man sie selten in ganzer Länge auf Längsschnitten an. Nichtsdestoweniger erkennt man auch hier, dass die Fortsätze nicht sich netzförmig verzweigen, wie dies den Anschein bei oberflächlicher Betrachtung von Querschnittsbildern hat[1]). —

---

[1]) vergl. Anm. 1 auf Seite 8.

Der Abgang der Radialnervenstämme und Tentakelnervenäste geschieht in folgender Weise. Die letzteren entspringen an der Basis des Gehirnringes und sind bei ihrer Bildung lediglich die basalen Nervenfibrillen desselben beteiligt (vergl. d. Uebersichtsfigur), wärend bei den Radialstämmen sich die gesammte Nervenfibrillenmasse beteiligt. (vergl. Figur 61.)

Einen gleichen Bau wie die Tentakelnervenäste zeigt der Oesophagealnervenast, der gleichfalls an der Basis des Gehirnringes entspringt. Nur sind in ihm die Fortsätze der Deckepithelzellen schwach oder garnicht entwickelt, was übrigens auch in den Tentakelnerven der Fall sein kann.

Der Oesophagealnervenast ist von mehr blattförmiger Gestalt, das heifst, er erscheint auf dem Querschnitt als schmales Band, welches der Ringmuskularis aufliegt. Seine Höhe beträgt etwa 0,0279 mm., also gleicht er hierin dem Tentakelnerv, dessen Höhe etwa 0,048—0,045 mm. betragen kann. Er ist weiterhin durch die Bindesubstanzfibrillen, welche ihn durchziehen, in Kästchen geteilt, wie der Querschnitt lehrt. Die Fibrillen gehen über in die Bindesubstanz, welche sich zwischen den Muskelfasern findet.

Es bleibt nun übrig die Radialnervenstämme des näheren zu schildern. —

Wärend bei den Tentakel- und Oesophagealnervenästen sowie dem Gehirnring die Fortsätze der Deckepithelzellen durch die ganze Schicht der Nervenfibrillen hindurchgehen, ist das bei den Radialnervenstämmen anders. Auf Querschnitten durch einen solchen Nerv sieht man, wie die Nervenfibrillenmasse in zwei Schichten zerfällt durch einen hellen Streifen oder Strang, der durch dieselbe hindurchzieht. (Figur 8). Durch diesen Strang wird der Nervenstamm in zwei Abschnitte zerfällt, einen gröfseren und einen kleineren; der letztere liegt centralwärts. Betrachtet man nun einen Längsschnitt durch den Radialnerv, so sieht man, dass bis zu diesem erwänten Strang die Fortsätze der Deckepithelzellen reichen, wärend die darunter liegende Schicht frei ist von denselben und lediglich aus Fibrillen besteht.

Ist nun dieser letztere circulär gelegene Schicht ebenfalls nervöser Natur, oder hat man sie als zur Bindesubstanz gehörig zu betrachten? Darüber erhält man Aufschluss, sobald man den Ursprung des Radialnerven aus dem Gehirnring untersucht. Da findet man (vergl. Figur 61), dass der Radialnerv eine Strecke weit nach seinem Ursprung aus dem Gehirnring nur aus einer Schicht besteht, aus den aus dem letzteren austretenden Nervenfibrillen

und dem Deckepithel, dessen Fortsätze durch die ganze Schicht verlaufen, also denselben Bau zeigt wie der Gehirnring. Ich will gleich an dieser Stelle hinzufügen, dass in der Nähe des Apicalpoles des Tieres der Radialnerv wieder den gleichen Bau zeigt, sodass also nur der mittlere, gröfste Teil als zweischichtig bezeichnet werden kann. —

Eine Strecke nach seinem Austritt nimmt der Radialnerv an Höhe zu, indem plötzlich eine Schicht an seiner Basis auftritt, welche beim weiteren Verlaufe zunimmt, um etwa ein Fünftel der ganzen Höhe des Nerven betragend sich gleich zu bleiben. (vergl. Figur 19.) Dadurch, dass die Fortsätze der Zellen des Deckepithels alle in einer Höhe enden, entsteht jener oben erwänte helle Strang.

In dieser zweiten Schicht trifft man feine Fibrillen an vom Durchmesser der Nervenfibrillen. Auch Zellen sind zwischen denselben zerstreut, sodass man immerhin auf Nervenfibrillen schliefsen könnte. Was mich aber hiervon abhält, ist folgendes: Diese Schicht nimmt nämlich eine andere Farbennuance bei Carminfärbung an, als die echten Nervenfibrillen. Hierzu kommt aber noch, dass von ihr aus Fasern ausgehen, die sich als Verbindungsbrücken ausspannen zu der gegenüberliegenden Wand des Radialwassergefäfses, welches ja den Radialnerv begleitet. (vergl. Figur 17) —

Die fünf Radialnerven erreichen etwa in der Körpermitte der Synapta ihre stärkste Ausdehnung, um nach dem aboralen Pole zu sich zu verschmälern und endlich in wenigen Fibrillen zu enden. Bis zuletzt geben sie reichlich Nervenzüge ab, welche die Muskulatur und die Haut versorgen.

Im Anschluss an die Schilderung des Centralnervensystems will ich über einen Nervenstrang berichten, den ich im Magen und Dünndarm angetroffen habe.

Der Magen wird vom Schlund durch eine Einschnürung auch äufserlich getrennt. Diese schon im äufseren angedeutete Trennung entspricht dem inneren Bau, besonders was das Epithel, Muskulatur und Nerven anlangt. Es weichen diese Nervenzüge des Magens von den bisher beschriebenen ektodermalen Nervenstämmen im Bau vollkommen ab. In der Bindesubstanz fast der Muskelschicht des Magens aufliegend verläuft ein Nervenfibrillen-Strang, welcher von feinen Fibrillen gebildet wird, denen Zellen aufliegen. Der Verlauf ist ein longitudinaler. Der Bau dieser Fibrillen, sowie der Zellen, welche Ganglienzellen vorstellen, ist der gleiche, wie er sich bei den ektodermalen Fibrillen findet.

Von den Bindesubstanzfasern heben sich diese längs verlaufenden Fibrillen deutlich ab und tingiren sich mit Carmin in gleicher Weise wie etwa die Nervenfibrillen im Schlundnervenast. Steht etwa dieser Nervenzug in Verbindung mit dem letzteren? Es ist mir nicht gelungen dies nachzuweisen; vielmehr glaube ich mich genau überzeugt zu haben, dass der Schlundnerv oberhalb der Einschnürung, welche Schlund vom Magen trennt, aufhört, dass mithin dieser Magennerv entodermaler Natur sein muss. Hierüber haben aber künftige Untersuchungen zu unterscheiden. —

Das periphere Nervensystem.

Die Epidermis.

Bevor ich eine Schilderung des peripheren Nervensystems geben kann, muss ich die Epidermis des näheren beschreiben, um daran den Bau der Sinnesorgane anzuschliefsen.

Die Oberfläche der Synapta überzieht eine Cuticula von homogener Bildung. Ihre Dicke, die sich im Grofsen und Ganzen an den verschiedenen Körperstellen gleich bleibt, beträgt etwa 0,001 mm. Sie findet sich als Ueberzug sowohl auf den Tastpapillen, als auch auf den zuerst von mir beschriebenen Sinnesknospen der Tentakel. Die Cuticula setzt sich in den Oesophagus und das Rektum fort, indem sie an Ausdehnung nicht zunimmt. —

Unterhalb der Cuticula liegt die Epidermis, auf welche die Cutis folgt, eine Ringmuskularis und das die Leibeshöhle auskleidende Wimperepithel. Zu diesen Schichten kommt noch ein subepithelialer Nervenplexus.

Das Körperepithel oder die Epidermis besteht aus Zellen, welche nur eine Lage bilden und ungefähr 0,031 mm. lang sind. Die Höhe des Epithels ist fast am ganzen Körper dieselbe und wird nur da unterbrochen, wo die Sinnesorgane liegen. Die Tastpapillen sind Erhebungen des Hautepithels, welches hier durch die Länge der Epithelzellen, ausgezeichnet ist. —

Die Zellelemente des Körperepithels unterscheiden sich in Sinneszellen, Stützzellen und Drüsenzellen, hierzu kommen noch die Nervenfibrillen und Ganglienzellen.

Schon bei schwacher Lupenvergröfserung erkennt man warzenförmige Erhebungen, welche die Haut bedecken. Einen Teil dieser Gebilde werden wir als Tastpapillen, als Sinnesorgane erkennen. Auf diesen kleinen Erhebungen der Haut sowol als auch zwischen

denselben treten kreisrunde helle Gebilde hervor, welche sich bald dicht gedrängt stehend, bald mehr zertreut liegend finden. Sie nehmen sich aus wie Lücken zwischen den übrigen Epithelzellen. Wie sich nun bei näherer Untersuchung ergiebt, stellen diese hellen kreisrunden Lücken Zellen dar, und zwar Drüsenzellen, die Becherdrüsen, wie ich sie zu nennen vorschlage. Neben diesen Becherdrüsen fällt eine andere Zellform in die Augen und zwar besonders an gefärbten Präparaten, deren Elemente dunkle kolbenförmige Gebilde, welche der Haut von aufsen gesehen ein fleckiges Ansehen geben, vorstellen. Als Schlauchdrüsen werde ich diese Drüsenzellen im folgenden bezeichnen.

Beide Drüsenzellenarten liegen in der Epithelschicht, welche sich noch aus folgenden beiden Zellarten zusammensetzt. Einmal sind es cylindrische lange Zellen, welche den Kern in einer Anschwellung liegen haben und die sich nach ihrer Basis zu verjüngen. Dies sind die gewöhnlichen Epithelzellen, die ich als Stützzellen benenne, da sie einer zweiten Zellform als Stütze zu dienen scheinen; das sind die Sinneszellen. Sie sind feine fadenförmige Gebilde und verlängern sich in feine Fibrillen, mit denen sie, wie ich nachher auseinandersetzen werde, mit dem Nervenfasergeflecht in Zusammenhang stehen.

Die erste Zellform, auf die ich genauer eingehen will, sind die Becherdrüsen. An Epithelien, die mit Osmiumsäure behandelt und in einem Gemisch von Essig-Osmiumsäure macerirten, lässt sich ihr Bau am besten erkennen.

An einer Becherdrüse unterscheidet man erstens den eigentlichen Zellleib mit dem Kern und zweitens eine Kapsel, welche derselbe in seinem Innern eingelagert enthält.

Die helle Kapsel ist von eiförmiger Gestalt und trägt eine feine Oeffnung der Peripherie zugekehrt. (Figur 13, 14.) Ein Blick auf die Aufsenfläche des Epithels lässt die Oeffnung in den Kapselrand leicht erkennen. (vergl. Figur 14.) An dieser Stelle zeigt sich die Cuticula von einem feinen harförmigen Kanal durchbort, durch welchen das Drüsensekret nach aufsen tritt. Färbt man nun diese Drüsenzellen, sei es mit Hämatoxylin oder Carmin, so bleibt entweder die Kapsel unverändert hell, oder aber es färbt sich dieselbe und nimmt den Farbstoff wenn auch nicht sehr stark auf. Im letzten Falle erkennt man, dass der Inhalt aus einer fein gekörnten Masse besteht, der die Kapsel entweder ganz anfüllt (Figur 12), oder nur einen Teil derselben (Figur 23), oder aber garnicht mehr vorhanden ist. Solche entleerte Kapseln sind

in Figur 13 und Figur 14 dargestellt. Immer erscheint der Inhalt der Kapseln stark lichtbrechend. Um die Kapsel herum liegt das Zellplasma, welches den ovalen Zellkern an der Basis in einer Anschwellung trägt. Unterhalb desselben verlängert sich die Becherzelle in einen feinen Fortsatz, der bald sehr lang sein kann, sobald nämlich die Becherdrüse von einer Tastpapille herstammt, oder aber kürzer erscheint (Figur 12), sobald sie aus dem zwischen den letzteren sich findenden Körperepithel entnommen war. Der Fortsatz selbst ist stärker als der der Sinneszellen und färbt sich nicht in gleicher Weise wie das eigentliche Zellplasma. Ob er nervöser Natur ist, oder lediglich als Stützfaser funktionirt und in der Bindesubstanz verläuft, wie ich es bei der zweiten Drüsenart schildern werde, kann ich nicht entscheiden.

Das Vorkommen der Becherzellen ist nicht auf eine bestimmte Körperregion beschränkt, sondern auf allen Körperteilen trifft man dieselben an. In besonders grofser Menge findet man sie unterhalb der Tentakel. Hier überwiegen sie beinahe alle übrigen Zellelemente des Körperepithels. Auch auf der Mundscheibe stehen sie dicht gedrängt. Ein gleiches gilt auch von den Tentakeln, wenn auch in geringerem Mafse. Die Gröfse der Kapsel variirt. Ihre Länge beträgt etwa 0,011 mm. Da diese Drüsenzellen im Darmtractus gleichfalls angetroffen werden, muss ich da noch einmal auf sie zu sprechen kommen.

Nicht blos bei Synapta findet man dieselben, auch bei den füfschentragenden Holothurien sind sie ein Bestandteil des Körperepithels, ja selbst bei den Asteriden beobachtete ich Becherdrüsen im Rückenepithel, sowie auch auf der Ventralseite, wenn auch nur in geringer Anzal. —

Die zweite Art von Drüsenzellen, zu denen ich mich jetzt wende, sind durch ihren grobkörnigen Inhalt ausgezeichnet. Ich füre sie als Schlauchdrüsen auf. Ungemein stark nehmen sie die verschiedenen Farbstoffe auf. Sie treten dann als dunkle kolbenförmige Gebilde im Hautepithel hervor.

An guten Isolationspräparaten findet man auch an ihnen einen basalen Fortsatz vor, der übrigens an dünnen Schnitten ebenfalls erkennbar hervortritt (Figur 8 und 9).

Was nun die Form dieser Drüsenzellen anlangt, so sind sie bald von kolbenförmiger, bald von schlauchförmiger Gestalt, bald mehr cylindrisch. Bald sind die kleinen sich dunkel färbenden Sekretkügelchen in einzelnen Teilen der Zelle mehr angehäuft als in anderen. Dann erhalten sie eigentümliche Anschwellungen, wie

Figur 48 zum Beispiel zeigt. Der Zellkern, der von ovaler Form ist, liegt meist in der Basis der Zelle, die sich verschmächtigt hat und in einen Fortsatz ausläuft. Unterhalb des Kernes fehlen die Sekretkügelchen. Der Fortsatz selbst lässt sich leicht weiter verfolgen. Er verläuft bestimmt niemals in der Nervenschicht, die unterhalb des Körpers angetroffen wird, sondern verzweigt sich in der Cutis, der Bindesubstanzschicht. (Figur 48). Besonders im Epithel der dem After genäherten Körpergegenden lässt sich dies leicht fesstellen.

Die Schlauchdrüsen kommen entweder einzeln vor, zerstreut zwischen den übrigen Epithelzellen liegend, oder in Trupps zusammenstehend. Besonders reich an Schlauchdrüsen ist das Körperepithel der Tentakel. Gruppen von ihnen finden sich auf den Tentakeln. Zu solchen Gruppen fürt dann ein Nervenzug. Das macht es wahrscheinlich, dass diese Drüsen in Zusammenhang stehen mit Nervenfasern. Dann finden sie sich auf den Tastpapillen vergesellschaftet mit den Becherdrüsen vor.

Auch das Vorkommen dieser zweiten Drüsenart ist nicht blos auf das Körperepithel beschränkt. Im Oesophagus und im Rectum treten sie auf, besonders im letzteren, wo sie fast noch zahlreicher sich finden, als es in der Haut der Fall ist.

Haben nun diese beiden Drüsenformen verschiedene Funktionen, oder ist ihre physiologische Bedeutung eine verschiedene?

Dass wir den Drüsenzellen die Absonderung des Schleimes, der alle Holothurien umgiebt, zuschreiben müssen, ist wol selbstverständlich. Die Plasmawanderzellen, die nach Semper[1]) diese Funktion ausüben sollten, haben mit derselben nichts zu tun. Jedenfalls ist es das einfachere den Epitheldrüsen die Schleimabsonderung zuzuschreiben, als jenen Wanderzellen, die in der Cutis sich vorfinden. In gleicher Weise wie bei anderen Tieren, etwa den Aktinien, die wir ja in histologischer Hinsicht so genau kennen, die Epitheldrüsenzellen die Schleimabsonderung besorgen, wird es auch hier der Fall sein. —

Die Sinneszellen finden sich im Körperepithel entweder zerstreut vor mit den anderen Zellelementen untermischt, oder aber auf den Tastpapillen und in den Sinnesknospen. Besonders zahlreich findet man sie im Peristom; eine ganz genaue Darstellung jedoch ihrer Verteilung zu geben ist nicht möglich. Soviel steht jedoch fest, dass sie auch am hinteren Ende der Synapta sich

---

[1]) Semper, Holothurienwerk, pag. 110 und 164.

vorfinden. (vergl. Figur 16.) Die Sinneszellen sind lange feine Gebilde. Der Zellkern wird meist in der Mitte oder aber mehr der Basis genähert angetroffen. An der Stelle, wo er sich findet, zeigt die Sinneszelle eine Anschwellung, die davon herrürt, dass hier das Zellplasma angehäuft ist. Oberhalb dieser spindelförmigen Anschwellung (Figur 9) verjüngt sich die Zelle, wärend ein gleiches nach der Basis zu der Fall ist. Diese eigentümliche Spindelgestalt der Sinneszellen findet sich bald mehr bald weniger ausgeprägt. Dies ist zum Beispiel der Fall bei den Sinneszellen die in Figur 13 wiedergegeben sind und aus einer Tastpapille herrüren.

Basalwärts gehen, wie ich schon angab, die Sinneszellen über in zahlreiche feine Fibrillen, die zur Nervenfaserschicht gehören.

Es gelingt an guten Macerationspräparaten diese basalen Fibrillen der Zellen zu isoliren. Durch Zerklopfen kann man die Fasern oft auf weite Strecken verfolgen, wärend sie an vielen Zellen fehlen; sie sind abgerissen.

Ein in Figur 9 wiedergegebenes Präparat zeigt uns das Verhalten der Sinneszellen mit ihren Fibrillen. Man sieht, wie der Fortsatz der einen Zelle direkt übergeht in eine in dem Nervengeflecht liegende multipolare Ganglienzelle. —

Die vierte Zellform stellen die gewönlichen Epithelzellen vor. Sie sind die am wenigst differenzirten Gebilde des Körperepithels.

Diese Epithelzellen, die ich als Stützzellen bezeichne und damit an die gleichen Gebilde der Asteriden erinnere, die ich vor kurzem [1]) geschildert habe, sind schmale Gebilde, die nach der Peripherie zu an Breite zunehmen. Um die Stützzellen zu isolieren, ist es am ratsamsten Körperepithel vom hinteren Leibesende zu verwenden, da hier die einzelnen Zellen in loserem Verbande zu einander stehen. Auch Schnittpräparate gewären, sobald sie genügend dünn sind, schon einen hinreichenden Einblick. Figur 15 zeigt einen Teil eines Längsschnittes durch das hintere Ende einer vollkommen ausgestreckten mit Chromsäure conservirten Synapta. Der Kern der Zellen findet sich meist im Centrum gelegen und bekommen hierdurch die Zellen oft ein spindelförmiges Aussehen, zumal die Zellen meist spitz zulaufen, one jedoch sich in einen Fortsatz eine Stützfaser, zu verlängern. —

---

[1]) Beiträge z. Histologie der Echinod. Mitteilung I. Z. f. w. Zoologie Band XXXIX.

Eine abweichende Form besitzen die Stützzellen in den Sinnesknospen, wie ich unten schildern werde. —

Sowol die Sinneszellen als auch die gewönlichen Epithelzellen und Drüsenzellen sind niemals bewimpert. Mit Ausnahme derjenigen Zellen, welche die Sinnesknospen bilden, ist die gesammte Körperoberfläche unbewimpert.

Die Sinnesorgane.

a) Die Tastpapillen und die Hautnerven.

Wärend man bei den füfschentragenden Holothurien die Füfschen nicht nur als Bewegungsorgane, sondern auch als Tastorgane anzusehen hat und bei vielen Gattungen zwei verschiedene Formen derselben vorkommen, so sind an Stelle der Füfschen bei den Apoden besondere Sinnesorgane getreten, die auf der Haut zerstreut angetroffen werden.

Die ersten Angaben über solche Organe hat Semper[1]) in seinem grofsen Holothurienwerke gemacht, und zwar an Synaptiden. Baur erwänt in seiner Arbeit keinerlei Sinnesorgane als die sogenannten Gehörbläschen, auf deren Bau ich unten zu sprechen kommen werde. Nach Semper besitzen die Tastpapillen im Inneren ein kleines Ganglion „das durch die Cutis hindurch mit dem Radialnerven in Verbindung steht, gegen die Oberfläche der Papille aber feine Aeste aussendet, deren Verhalten zu den Epithelzellen ich aber nicht erkannt habe“. So die eigenen Worte des Entdeckers. Weiter schildert Semper den Bau der Epithelzellen, die er hier als besonders in die Länge gezogen bezeichnet. Die Vermutung, dass diese Zellen in Verbindung ständen mit Hautnerven wird des weiteren ausgesprochen und dann auf die änlichen Gebilde in den Spitzen der Füfschen der Pedaten hingewiesen[2]). —

Auf diese Untersuchungen Sempers sind keine weiteren gefolgt, welche seinen Angaben etwas Neues hinzugefügt hätten. Ich berichte deshalb sogleich meine eigenen Resultate.

---

[1]) Semper, Holothurien, pag. 153.

[2]) Die Angaben, welche uns Semper über das Vorkommen der Tastpapillen gemacht hat, beziehen sich vornehmlich auf Anapta gracilis Semp. und Synapta pseudo-digitata Semp. Da ich bei Synapta digitata diese Gebilde wiederfinde, so dürfte es gerechtfertigt erscheinen, die Tastpapillen der Haut allen Apoden zuzuschreiben.

Die Tastpapillen sind bei Betrachtung der Haut von aufsen erkenntlich. Je nach dem Contractionszustand des Tieres treten die Erhebungen, welche die Papillen bilden, mehr oder weniger hervor. An mäfsig contrahirten Tieren erhält man auf Querschnitten durch die Körperwandung ein Bild, wie es Figur 4 wiedergiebt. Es ragen hier die Papillen weit über das gewöhnliche Hautepithel hervor. Sie sind leicht kenntlich durch die eigentümliche Gestaltung der Zellen, welche sich auf ihnen finden. Diese überragen an Länge die gewöhnlichen Epithelzellen oft mehr als um das Doppelte.

Zu einem jeden solchen Sinnesorgan geht ein Nervenzug, (Figur 4) der sich oft auf weite Strecken verfolgen lässt. Diese Nervenzüge enden an der Basis der Tastpapillen, um hier überzugehen in eine plattenförmige Anschwellung, welche auf Schnitten aus einer feingekörnten Masse besteht, die durch feine Fibrillen hier und da durchsetzt wird. Es sind das die feinen Nervenfibrillen, die ein Gewirr bilden und bald auf dem Quer- bald auf dem Längsschnitt getroffen worden sind. —

Welches sind nun die Elemente welche die Tastpapillen zusammensetzen? Zunächst will ich die Drüsenzellen erwänen, sowol Becher- wie Schlauchdrüsen, welche dicht gedrängt stehend die Papillen besetzen. Drüsenzellen findet man auf ihnen in besonderer Menge in der oberen Körperregion, unterhalb der Tentakelbasis, wärend die nach der Aftergegend zu gelegenen Papillen weit ärmer an ihnen sind. Die Hauptelemente sind jedoch die Sinneszellen, wärend die gewönlichen Epithelzellen, (Stützzellen) auffallend zurückgetreten sind. Gewönlich convergiren nun die Sinneszellen mit ihren Fortsätzen nach dem Centrum der Tastpapille; sie sind radial angeordnet. (vergl. Figur 5.) Den Bau der Sinneszellen habe ich oben schon geschildert, sodass mir hier wenig nachzuholen bleibt. Sie setzen sich fort in feine hardünne Fibrillen, die die Platte aus welcher der Nervenzug heraustritt, bilden. Die einzelnen Tastpapillen stehen untereinander in Verbindung, indem Nervenfasern von einer zur anderen füren. Dies lässt sich oft feststellen, wenngleich nicht immer. Es gelingt besonders da, wo die Papillen sehr dicht gedrängt stehen. (Durchm. d. Nervenfasern 0,00071—0,00123 mm.)

An der Stelle nun, wo der Nervenzug aus der Papille austritt, bildet sich eine Anschwellung. Auf der Peripherie derselben lagern Zellen, welche multipolare Ganglienzellen vorstellen. Diese finden sich auch innerhalb der Nervenplatte vor. Ueber die An-

zahl ihrer Ausläufer ins klare zu kommen fällt sehr schwer. Oft erscheint es, als wenn nur zwei, oft als wenn gar keiner vorhanden sei. Auch diese Ganglienzellen besitzen einen verhältnissmäfsig grofsen ovalen Kern.

Die Stützzellen endlich sind auf den Tastpapillen schwer zu erkennen. Oft haften dieselben an Isolirungspräparaten fest an den Sinneszellen; sie lassen sich überhaupt schwer isoliren und kommen sie auch auf diesen Organen in geringer Menge vor. —

Ich fare nun fort den Nervenzug zu verfolgen, welcher aus den Tastpapillen austritt. Zum grofsen Teil entspringen diese Hautnerven, welche unsere Sinnesorgane versorgen, direkt aus einem der Nervenstämme. Diejenigen Tastpapillen, welche unterhalb der Tentakel liegen, werden von den fünf Radialnervenstämmen aus versorgt, indem von letzteren Nervenäste ausgehen, welche durch die Cutis verlaufen. Zu allen auf den Tentakeln liegenden Papillen gehen Hautnerven ab von den Tentakelnervenästen, wärend an das Epithel der Mundscheibe solche Nerven herantreten, welche vom Oesophagealast abgehen, bevor nämlich dieser in den Schlund eintritt. —

Was nun den Ursprung der Hautnerven anlangt, so ist folgendes hervorzuheben. Immer entspringen die Hautnerven an der Basis der Nervenstämme. Hieraus erklärt es sich auch, warum man auf Längsschnitten ihren Ursprung nicht oder sehr selten finden kann. Betrachtet man Figur 18 welche einen Querschnitt durch die Körperwand unserer Synapta wiedergiebt, so erblickt man das halbmondförmige Bild des auf dem Querschnitt getroffenen Radialnervenstammes. Er liegt in der Cutis, wärend centralwärts das Radialwassergefäfs sich zeigt. Links tritt ein Nervenast aus, welcher sich in zwei gabelt, indem der eine zur Ringsmuskularis verläuft, der andere zum Körperepithel zieht. Ich habe niemals beobachtet, dass die Hautnerven an anderen Stellen des Radialnerven entsprungen wären, als an den Seiten desselben. Was nun die Hautnerven anlangt, so gehen sie zum Teil nicht direkt zu den Tastpapillen, sondern verzweigen sich, indem einzelne Hautnervenzüge zur Epidermis aufsteigen, andere aber sich lange Strecken weit in der Bindesubstanz verfolgen lassen. (vergl. Figur 4.) Ein gleiches ist mit den Hautnerven der Tentakelnervenäste und des Oesophagealnervenastes der Fall. Die Hautnerven können hier von der Peripherie des Nervenastes entspringen. Zur Erläuterung dient das in Figur 3 gegebene Längsschnittsbild. Der Oesophagealnerv ist der Länge nach getroffen und man erkennt

den Verlauf seiner Nervenfasern sowie das Deckepithel mit den Stützfasern. Der Hautnerv selbst wird gebildet von Fibrillen, die zu einem Bündel vereint das Deckepithel durchbrechen und sich baumförmig verzweigen. Die einzelnen Nervenzüge versorgen in diesem Falle keine Tastpapillen, sondern enden unterhalb des Epithels der Mundscheibe in einer Nervenschicht. Auch das Epithel zeigt keinerlei Bildungen, welche auf besondere Sinnesorgane hindeuten; es finden sich nur Sinneszellen vor und zwar von derselben Länge wie die Stützzellen, welche mit ihren basalen Fibrillen in dem Nervenplexus verlaufen. —

Wir haben somit zwei Formen der Hautnervenäste zu verzeichnen, erstens solche, welche unverzweigt bis zur Epidermis verlaufen, oder solche, welche sich baumförmig in der Cutis verästeln. —

Die Elemente, welche die Hautnerven bilden, sind Nervenfasern und Ganglienzellen; niemals aber setzt sich das Deckepithel der Nervenstämme oder des Gehirnringes auf sie fort. Schon oben habe ich darauf hingewiesen, dass die Nervenfasern ein Bündel bildend austreten. Die Stärke dieser Nervenbündel ist sehr variabel. Verlaufen sie one Verzweigung bis zum Epithel, so bleibt sich ihr Durchmesser gleich. Anders bei den sich baumförmig verästelnden Bündeln. Hier sind diejenigen Aeste, welche der Epidermis am nächsten liegen, die dünnsten. Der Durchmesser der Hautnerven schwankt etwa zwischen 0,001 mm. und 0,018 mm. Der Querschnitt der Hautnerven ist stets kreisrund. Der Peripherie aufliegend trifft man Zellen an, deren ovale Kerne sich stark mit Färbemitteln tingiren. Es sind die Ganglienzellen. Sie stimmen überein mit jenen in den Nervenplatten beschriebenen Ganglienzellen. Eine Isolation dieser Gebilde gelang mir nicht, wenigstens nicht in befriedigender Weise.

Schon mehrfach habe ich einen Nervenplexus erwänt, der sich unterhalb der Epidermis vorfindet. Bald trifft man ein Gewirr von feinen Nervenfibrillen, bald nur unterhalb der Basis der Epithelzellen hinziehende Nervenbündel. (vergl. Figur 15.) Der Nervenplexus scheint an allen Körperregionen sich vorzufinden. Er steht im Zusammenhang mit den Tastpapillen und den Hautnerven, wie ich bereits erwänt habe. Auch die Sinneszellen sind über den ganzen Körper verbreitet, nicht blos in den Papillen. Es ist schwer den Nervenplexus überall nachzuweisen, zumal an denjenigen Stellen wo die Bindesubstanzfibrillen mit einander verschmolzen sind oder sehr dicht liegen und dann kaum eine Grenze

zwischen den Nervenfasern und der Bindesubstanz zu finden ist. Gewönlich lässt sich jedoch die Nervenmasse leicht eruiren durch die eigentümliche Färbung, welche sie zum Beispiel mit Essigcarmin behandelt annimmt. Eigentümlich ist eine feine Körnelung, die man an den feinsten Verzweigungen der Hautnerven warnehmen kann und welche jedenfalls erst in Folge der Konservirung eingetreten ist. —

Einen Nervenplexus unterhalb der Körperepidermis hat Théel[1]) bei den Elasipoden beschrieben und abgebildet. Das ist soweit ich die Literatur kenne die einzige Angabe über einen pheripheren Nervenplexus. Jourdan hat bei Stichopusarten ebenfalls Hautnerven gefunden. Hierauf komme ich bei Betrachtung des Nervensystems der Pedaten. —

b) Die Sinnesknospen.

Sinnesknospen nenne ich eine Anzahl von Sinnesorganen, welche auf der inneren Seite der Tentakeln liegen. In einer vorläufigen Mitteilung[2]) habe ich sie bereits kurz geschildert. Dort sprach ich die Vermutung aus, dass jene Organe, welche Quatrefages[3]) auf der Innenseite der Tentakel beschreibt und als Saugnäpfe deutet, mit unseren Sinnesknospen identisch seien. Auch von Joh. Müller[4]) wird von diesen Saugnäpfen eine Abbildung gegeben, one dass jedoch ihr Bau von demselben näher untersucht worden wäre, was auch der erst genannte Forscher unterlassen hat. Die Deutung der fraglichen Organe als Saugnäpfe ist aus ihrer Lage erschlossen, aber unhaltbar, da keinerlei Muskulatur mit denselben in irgend welcher Verbindung steht.

Um die Lage der Sinnesknospen anzugeben, ist es nötig die Tentakeln des näheren zu schildern.

Synapta digitata besitzt zwölf Tentakeln, welche blind in einem Köpfchen enden. (vergl. die Figuren 1 und 2.) Auf diesen trifft man eine Menge von papillenartigen Erhebungen an. Um dieses Köpfchen herum stehen vier fülerartige Gebilde. Diese

---

[1]) Report on the Holothurioidea collected during the voyage of the „Challenger". Part 1. in Report Scientif. Results, Challenger, Zoolog. vol. 4. Part 13. 1881. pag. 129.

[2]) Zeitschr. für wissensch. Zoologie Band XXXIX. pag. 318.

[3]) Annales des sciences naturelles, 1842. Tome 17 Planche IV. Figur 1.

[4]) Joh. Müller, Synapta digitata.

kleinen Füler sind in der Weise angeordnet, dass sie das Ende des Tentakels in einen schiefen Halbkreis umgeben. Die beiden unteren stehen seitlich und mehr nach aufsen, wärend die beiden oberen mehr der Innenseite des Tentakels angehören, wie Joh. Müller es schon geschildert hat. Figur 1 zeigt einen Tentakel von der Innenseite. Man sieht wie die vier Fülerchen dem Munde zugewendet sind. In der nebenstehenden Figur 2 ist ein Tentakel von aufsen gesehen dargestellt. —

Auf dem unteren Abschnitt der Tentakel finden sich auf der Innenseite gelegen die Sinnesknospen. Schon mit der Lupe sind sie deutlich zu erkennen. Sie stehen nicht regelmäfsig angeordnet, sondern sind in bald gröfserer, bald geringerer Anzahl vorhanden. Immerhin kann man aber zwei Reihen derselben unterscheiden. Der Bau dieser Organe ist nun folgender. Zunächst ist, was ihre Lagerung anlangt, zu bemerken, dass sie in der Epidermis eingelagert sind, und dass über dieselbe die allgemeine Körpercuticula hinzieht. (vergl. Figur 16.)

Diese Organe sind von kuglicher Gestalt. An derjenigen Seite, welche der Peripherie des Tentakels zugewendet ist, findet sich eine mehr oder minder tiefe Einbuchtung. Gegenüber dieser grubenförmigen Vertiefung tritt der Nerv aus der Sinnesknospe. Das ganze Gebilde wird weiterhin von einer hellen dünnen Membran umschlossen, die es nach der Bindesubstanz zu abgrenzt. Zweierlei Zellformen trifft man in den Sinnesknospen an, nämlich Stützzellen und Sinneszellen. Die ersteren bilden die gröfsere Masse des Organes. Sie sind mehr radiär angeordnet, und convergiren sämmtlich nach der peripheren Grube. Der feine Protaplasmaleib der Zelle ist fadendünn und trägt an seiner Peripherie eine feine Geifsel. Der ovale Kern liegt der Basis der Zelle genähert und bedingt hier eine Anschwellung der letzteren. Der periphere Zellleib trägt niemals den Kern. Mit ihren basalen Enden sitzen diese Zellen auf der das ganze Gebilde umhüllenden Membran.

Im centralen Teil dieser Sinnesorgane nimmt nun ein anderes Gebilde unsere Beachtung in Anspruch. Es ist dasselbe von knospenänlicher Gestalt und setzt sich direkt fort in einen Nervenzug. Diese Knospe wird von Zellen gebildet, welche die Endorgane der zu ihnen ziehenden Hautnerven vorstellen. Mit ihrem peripheren Ende convergiren die Knospenzellen nach dem Centrum der Grube, wärend sie mit dem den Kern bergenden mittleren Teile den bauchigen Teil der Knospe bilden, um dann mit ihrem Endteile zu convergiren und sich fortzusetzen in feine Fibrillen, welche

aus dem Organ austreten. Der Bau des aus letzterem austretenden Nerven ist derselbe wie der der schon geschilderten Hautnerven. Nervenfibrillen mit auflagernden Ganglienzellen sind die Elemente, welche diese von dem Tentakelnerven aus entspringenden Nerven zusammensetzen. Ueber die Sinneszellen habe ich noch hinzuzufügen, dass dieselben feine hardünne Gebilde sind, die eine Geifsel auf ihrem peripheren Ende tragen, und unterhalb des Kernes in Fibrillen sich fortsetzen, die Nervenfasern[1]). — Ueber diese Sinnesknospen orientirt man sich an Zerzupfungspräparaten sowie Längsschnitten durch dieselben am besten. Ihr Durchmesser beträgt etwa 0,09—0,11 mm. —

Fragt man nun nach, welches die physiologische Bedeutung der Tastpapillen und der Sinnesknospen sei, so ist die Antwort keine sichere. Dass die als Tastpapillen bezeichneten über den ganzen Körper zerstreuten Sinnesorgane in erster Hinsicht als Tastorgane funktioniren, ist wol ziemlich sicher. Anders steht es mit den Sinnesknospen. Da sie auf den Tentakeln und zwar auf deren Innenseite stehen, könnte man sie in Zusammenhang bringen mit der Narungsaufnahme. Vielleicht sind sie Geschmacksorgane? Doch will ich nicht der jetzigen Mode folgen, die jedem Sinnesorgan, sobald es nur entdeckt ist, eine bestimmte Funktion zuschreibt, sondern lasse es lieber dahingestellt, ob unsere neuen Sinnesknospen als Organe eines bestimmten Sinnes, oder überhaupt allgemeine Warnehmungen der Synapta vermitteln.

Im Anschluss an diese Sinnesorgane füge ich einige Bemerkungen hinzu über die Gehörorgane von Baur und die sogenannten Augenflecke von Synapta digitata.

Baur[2]) hatte fünf „bläschenförmige Organe“ aufgefunden, welche an der Aufsenfläche des Kalkringes gelegen sind. Sie sollten nach seiner Beschreibung mit den fünf Radialnervenstämmen zusammenhängen, und zwar kurz nach ihrem Austritt aus dem Gehirnring. Jedes der Bläschen ist nach Baur ringsum geschlossen, besteht aus einer strukturlosen Membran und einem

---

[1]) Ich will hier bemerken, dass ich die Sinnesknospen nur an konservirtem Material zu untersuchen Gelegenheit hatte und die Angabe über die Anzahl der Geifseln der Sinnes- und Stützzellen deshalb nicht vollkommen sicher sind.

[2]) Beiträge zur Naturgesch. der Synapta digitata. Abhandlung 1. 1864. Nova Acta 31. Band.

Epithel, welches die Höle auskleidet. Der Stiel jedes Bläschens ist nicht ein Nervenast, „sondern nur ein Fortsatz der Bläschenhaut, der mit der membranösen Umhüllung des Nervenstammes zusammenhängt“. Sehr interessant sind seine Angaben über diese Bläschen an jungen Tieren. Bei diesen hat Baur im Holraum der Organe „mehrere rundliche, ganz homogene, stark lichtbrechende Körperchen“ gefunden, welche in zitternder Bewegung waren. Es sind jene Gebilde, welche von Joh. Müller schon beschrieben worden sind, und zwar als „Bläschen mit Doppelkörnern“, wie auch Baur selbst angiebt. Die Entdeckung unserer Organe gebürt also Joh. Müller, lediglich die Deutung ist von Baur. Es dürften also mit weit gröfserem Rechte dieselben als Müllersche Organe benannt werden. Was nun die Deutung derselben als Gehörbläschen anbelangt, so hat dieselbe sehr viel für sich, das heifst, wir haben in denselben Sinnesorgane zu sehen, welche nur der Larve zukommen, am erwachsenen Tiere aber aufser Funktion getreten sind.

Ich habe diese Organe bei den erwachsenen Synapten untersucht. Es sind Holkugeln, deren Wandung aus einer Epithelschicht besteht, die einen Durchmesser von 0,00652 mm. besitzt. Der Durchmesser eines Bläschens beträgt ungefähr 0,143—0,213 mm. Die Epithelzellen sind von cubischer Gestalt und schliefsen einen runden Kern in der Mitte ein. Eine bindegewebige Membran umzieht das ganze Gebilde. Ein Nervenzug, der etwa zu demselben heranträte, ist nicht vorhanden, wie ich mit vollster Sicherheit behaupten kann. Die holen Bläschen liegen in der Cutis der Körperwandung, allseitig von der Bindesubstanz umgeben, mit keinem anderen Organ in Verbindung stehend. Sie sind allseitig geschlossen und niemals trifft man einen Inhalt in denselben an. Sie machen somit den Eindruck von rückgebildeten Organen, welche nur im Jugendzustand in Funktion gewesen sind; es sind Larvenorgane. — (Figur 61 und 82.)

In seiner Abhandlung über Synapta digitata hat Joh. Müller[1]) von Augenflecken gesprochen, welche zwischen je zwei Tentakeln auf der Mundscheibe sich vorfinden sollen. Baur[2]) glaubt sich dieser Ansicht nicht anschliefsen zu können. Er findet in den Pigmenthaufen, welche in dieser Gegend der Haut liegen sol-

---

[1]) Joh. Müller, Synapta digitata u. a. a. O.
[2]) Baur, pag. 46. loc. cit.

len, keinen Unterschied von jenen, welche über die Körperoberfläche zerstreut seien. Dem ist nun folgendes zu entgegnen.

Es finden sich in der Tat eigentümliche rote Flecken zwischen den Tentakelbasen. Diese gehören aber nicht der Epidermis an, sondern sie haben ihren Grund in folgender Bildung. Die Bindesubstanz der Cutis ist in der Mundscheibe besonders reich an Plasmawanderzellen, welche eine eigentümliche Färbung besitzen, die von einem Pigment in denselben herrürt. Auf Schnitten ergiebt sich nun, dass die sogenannten Augenflecken von Ansammlungen der Plasmawanderzellen herrüren. Es liegen diese Gebilde dicht gedrängt nebeneinander einen Klumpen bildend, wärend zwischen ihnen, wie in der übrigen Bindesubstanz, diese Zellen vereinzelt angetroffen werden. Das Pigment, welches die Färbung hervorruft, ist durch Alkohol nicht ausziehbar. Die sogenannten Augenflecken sind auch an Synapten, welche lange in Alkohol gelegen haben, zu erkennen, wärend das Pigment, welches im Epithel seinen Sitz hat, verschwunden ist.

Somit glaube ich, dass die Müllersche Ansicht, welche bisher durch keinerlei Untersuchung gestützt war, als irrige bezeichnet werden muss. Es sind die Plasmawanderzellen in solcher Menge zusammenstehend nichts seltenes und trifft man änliche Anordnungen derselben auch bei den Pedaten an. —

Das Wassergefässsystem.

1. Steinkanal und Madreporenplatte.

Die Ansichten über den Steinkanal sind bei den Holothurien dahin zusammenzufassen, dass man denselben einen oder mehrere zuschreibt, die durch Poren am freien Ende, welches der Madreporenplatte der übrigen Echinodermen änlich ist[1]), mit der Leibeshöle communiciren sollen. Ob nun dieses freie Ende eine echte Madreporenplatte vorstellt, ist noch unentschieden, da noch Niemand den feineren Bau geschildert hat. Joh. Müller[2]) spricht schlechtweg von einer solchen bei Synapta digitata, indem er auf die Aehnlichkeit derselben mit dem gleichen Gebilde der Asteriden hinweist. Er war es, der zuerst Poren in dem freien Ende des

---

[1]) vergl. Claus, Lehrbuch der Zoologie, 1880.

[2]) Joh. Müller, Mitteilungen d. königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1853 Ueber den Bau der Echinodermen pag. 204. —

Steinkanales nachgewiesen hat und unterscheidet am Steinkanal der Holothurien zwei Stücke, den Kanal und das Endstück, welches er als Sack bezeichnet. Quatrefages erwänt einen Steinkanal bei Synapta garnicht und hat denselben übersehen, wärend Baur[1]) Angaben macht, welche denen Joh. Müllers widersprechen. Eine eigentliche Madreporenplatte fehlt nach ihm überhaupt; der Steinkanal soll vielmehr ganz frei sein und die Wandung desselben mit einem, wellenförmig aus- und eingebogenen Rande endigen. Dadurch soll die Mündung die Form einer verästelten Spalte erhalten! Uebrigens erwänt Baur die Untersuchungen Joh. Müllers über dieses Organ garnicht, welche ja Jarzehnte vor den seinigen unternommen worden waren. Semper spricht sich über die Madreporenplatten der Holothurien im Allgemeinen aus und bestätigt die Müllerschen Angaben. Auch einige auf den feineren Bau bezügliche Daten erwänt dieser Autor, so zum Beispiel dass am Rande der Poren der Platte ein langgestrecktes Cylinderepithel sich vorfinde, wärend im Inneren ein Epithel aus kurzen wimpernden Zellen bestehend sich vorfindet[2]). —

Was nun zunächst die Lage des Steinkanals anlangt, so trifft man ihn bei Synapta dorsal gelegen am Mesenterium befestigt. Er entspringt aus dem Ringwassergefäſs (siehe Figur 29) und verläuft eine Strecke weit one in Schlingen gelegt zu sein, um dann nach wenigen Millimetern eine Reihe von Schlingen zu bilden, welche untereinander durch Fortsätze des Mesenteriums verbunden sind. Sein freies Ende ist kolbenförmig angeschwollen. Es ist dies die Madreporenplatte, welche die bekannte Maeandrinenform besitzt. In der Tiefe der Furchen, die sich auf ihr finden, trifft man die Poren an, welche in den Steinkanal füren. Die Madreporenplatte liegt nun nicht so auf dem letzteren, dass seine Längsaxe durch das Centrum der Platte ginge, sondern sie liegt dem Steinkanal seitlich auf, wie aus Figur 30 hervorgeht. Wenn wir diese Lage desselben in Betracht ziehen, wird uns erst die eigentümliche Bildung des Epithels klar, welches den Steinkanal auskleidet und teils aus plattenförmigen, teils aus cylinderförmigen Gebilden besteht.

Die gesammte Oberfläche der Platte sammt den Furchen wird von einem hohen Wimperepithel überzogen (Figur 30, 31, 34), des-

---

[1]) Baur, am obig. Ort. 1. Abhandlung.

[2]) Semper, Holothurien, pag. 125.

sen feine fadenförmige Zellen eine Länge von etwa 0,0514 mm. besitzen. Aeufserst dicht gedrängt stehen die Zellen nebeneinander und da der Kern in verschiedenen Höhen der Cylinderzelle liegen kann, sieht es aus als ob ein geschichtetes Plattenepithel vorläge. Feine Schnittreihen überzeugen jedoch leicht, dass dies letztere nicht der Fall ist. Eine feine Cuticula überzieht die Oberfläche dieser Zellen, welche wimpern. Jeder Zelle kommt jedenfalls eine feine Wimper zu.

Das eben geschilderte Wimperepithel überzieht nicht blos die Oberfläche, sondern erstreckt sich eine kleine Strecke weit in die Furchen hinein (Figur 31 und 34) bis etwa an den Anfangsteil der Porenkanälchen, um hier mehr und mehr an Länge abnehmend überzugehen in ein Plattenepithel, welches nach Semper's Angabe gleichfalls wimpert. Die Länge dieser Epithelzellen, die von cubischer Gestalt sind, beträgt etwa 0,0042 mm., es ist also ein grofser Unterschied zwischen dem Epithel der Porenkanälchen und der Platte.

Es setzt sich nun, dies will ich gleich hier hervorheben, das letztere Epithel in den Steinkanal fort, indem es aber nicht sein ganzes Lumen auskleidet, sondern nur die innere dem Mesenterium zunächst gelegene Fläche. Figur 30 soll dieses Verhalten veranschaulichen. Mit *dM.* ist das Mesenterium bezeichnet und ist die Lage des Steinkanales, der in seinen Windungen zweimal auf dem Querschnitt getroffen worden ist, und auf der dem Mesenterium anliegenden Fläche das cubische Epithel als Auskleidung seines Lumens trägt.

Die Porenkanälchen selbst, zu denen ich mich jetzt wenden will, ziehen nicht sämmtlich in senkrechter Richtung nach dem Steinkanal, sondern die peripher gelegenen werden, wie aus Schnittserien ersichtlich ist, von Zuleitungsrören aufgenommen, welche vertical zu ihnen verlaufen und in den Steinkanal münden. Nur die central gelegenen Porenkanälchen münden direkt in den letzteren ein.

Die Zal der Porenkanälchen ist sehr variabel und scheint sie mit dem Alter des Tieres zuzunehmen. Es verhält sich also bei Synapta gerade so wie mit den Asteriden, wo nach Ludwig[1]) auch mit dem Alter die Zal der Kanäle wächst.

Der Steinkanal endlich ist ein runder mehr ovaler Schlauch,

---

[1]) Ludwig, Morpholog. Studien an Echinodermen 1877—79. 1. Band, pag. 153.

welcher in seiner ganzen Länge von zwei verschiedenen Epithelien ausgekleidet wird, welche beide Wimper tragende sind. Diejenige Seite, welche dem Mesenterium anliegt, wird von cubischen Zellen ausgekleidet, welche denen gleichen, welche in den Porenkanälchen sich finden, wärend der entgegengesetzte halbkreisförmige Teil des Holraums von einem hohen Wimperepithel überzogen wird.

Beide Zellarten gehen ziemlich unvermittelt in einander über (vergl. Fig. 32). Querschnittsbilder sind zur Illustrirung dieses eigentümlichen Verhaltens aeufserst instruktiv. Die Höhe der Wimperzellen ist etwa 0,0498 mm. Cylindrische harfeine Gebilde setzen diese Epithelschicht zusammen. Auf der Peripherie jeder Zelle ist eine äufserst dünne ziemlich lange Wimper zu erkennen. An gut konservirten Exemplaren lässt sich dieselbe leicht konstatiren. Eine dünne Cuticula überzieht die Peripherie dieses Cylinderepithels und man erkennt eine feine radiale Querstreifung auf derselben. Ueber die Lagerung des Kernes ist nachzuholen, dass derselbe unterhalb der Mitte jeder Zelle liegt, bald dem Centrum, bald der Basis mehr genähert. (Figur 32 und 34).

Nachdem ich so die Epithelien geschildert habe, will ich weiter die Bindesubstanz erwänen, soweit dieselbe hier in Betracht kommt.

Die bei weitem gröfste Masse der Madreporenplatte wird von der Bindesubstanz gebildet, welche reichlich verkalkt erscheint. Entfernt man nun die Kalkstücke aus derselben, so bleibt ein Maschenwerk übrig, welches von den Fibrillen der Bindesubstanz gebildet wird.

In den Zwischenräumen, welche sich zwischen den Fibrillen finden, lagern die Kalkkörper [1]). Die Bindesubstanz setzt sich in den Steinkanal fort, indem sie jedoch nur auf eine dünne Lage beschränkt ist, welche Kalkkörper von stab- oder plattenförmiger Gestalt einschliefst (vergl. die Figuren 32 und 33). Am Steinkanal verlaufen die Bindesubstanzfibrillen concentrisch und sind in ziemlicher Menge vertreten. Ueberzogen wird der Steinkanal weiterhin von einem Plattenepithel, welches sich direkt fortsetzt auf die Madreporenplatte, wärend es andrerseits in das den Wassergefäfsring überziehende Epithel übergeht. Es gehen überhaupt die Gewebe des letzteren in die entsprechenden des Steinkanales über, nur die Muskelschicht des Ringkanales erstreckt sich nicht in denselben. Eine Muskulatur ist überflüssig geworden; sie wird

[1]) siehe weiter unten das über die Bindesubstanz Gesagte.

vertreten durch die wimpernden Epithelzellen, welche die Fluctuation des Inhaltes besorgen und denselben in steter Verbindung halten mit dem Inhalte der Leibeshöle der Synapta.

Es besteht somit, um es kurz zusammenzufassen, die Wandung des Steinkanals nur aus einem Aufsenepithel der Bindesubstanzschicht und einem sein Lumen auskleidenden Epithel. Somit ist der Steinkanal der einzige Abschnitt des Wassergefäfssystems, welcher keine Muskulatur trägt. —

2. Der Ringkanal mit seinen übrigen Verzweigungen.

Wärend bei den füfschentragenden Holothurien das Wassergefäfssystem in erster Linie als ein Organsystem sich darstellt, welches die Orts-Bewegung derselben regelt, so ist dies bei den fufslosen Formen nicht der Fall. Hier dient das Wassergefäfssystem nur noch zur Bewegung der Tentakeln.

Man unterscheidet einen centralen Behälter, den Ringkanal und die peripheren Verzweigungen, welche von letzterem entspringen. Bei den Seesternen und den Seeigeln gehen vom Centralbehälter, dem Ringkanal, Kanäle ab zu den Tentakeln, weiterhin solche, welche in der Leibeswand verlaufen, und zuletzt ein als Steinkanal beschriebener Kanal, welcher durch die Madreporenplatte Seewasser von aufsen aufnimmt und den Centralbehälter speist. Bei den Holothurien mündet dieser Steinkanal nicht nach aufsen [1]), sondern in die Leibeshöle. Es füllt sich in Folge dessen auch der Ringkanal durch die Madreporenplatte mit dem Inhalte, welcher sich in der Leibeshöle vorfindet. Ist nun dieses Verhalten das primäre oder hat die Madreporenplatte den Zusammenhang mit der Körperwand aufgegeben?

Vielleicht können die nachfolgenden Angaben etwas zur Beantwortung dieser Frage beitragen.

Was nun speciell Synapta anlangt, so hat Baur das Wassergefäfssystem als aus folgenden Teilen zusammengesetzt gefunden. Vom Ringkanal gehen nach diesem Autor nur die Tentakelkanäle ab zu den Tentakeln, und dann der Steinkanal und die Polische Blase, die immer nur in der Einzal vorhanden ist.

In der Körperwandung finden sich nach ihm keine Kanäle, welche zu diesem Organsysteme gehörten. Zu dieser Ansicht

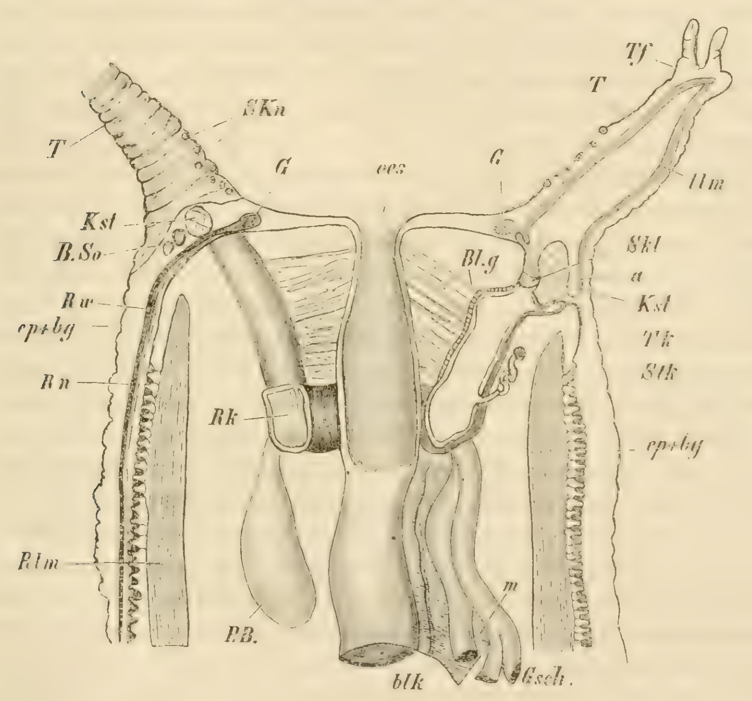
---

[1]) Hiervon sind ausgenommen einige Arten der Elasipoden. (siehe: Théel, Report on the Holothurioidea, Part. 1.)

wurde er gefürt, indem er die fünf Radialnervenstämme als Holcylinder ansah.

Ich wende mich zunächst zum Ringkanal, dem Centrum des Wassergefäfssystems. Derselbe ist ein kreisförmiger Schlauch, welcher eine Strecke unterhalb der Mundscheibe um den Oesophagus verläuft. Mit diesem besteht eine Verbindung, indem Suspensorien zwischen Schlund und Ringkanal ausgespannt sind. (Vergl. Figur 29).

Seine Lagerung ist aus dem beigefügten Holzschnitt ersichtlich.



L ä n g s s c h n i t t d u r c h d a s v o r d e r e K ö r p e r e n d e d e r S y n a p t a d i g i t a t a. —

Es bedeutet: *ep + bg*, Körperepithel + Cutis, (Bindesubstanz); *Kst.* Kalkstück, *T.* Tentakel; *tlm.* Längsmuskulatur desselben; *Tk.* Tentakelkanal; *Tf.* Fülerchen des Tentakels; *Blg.* Blutlakune auf dem Tentakelkanal; *Skl.* Semilunarklappe in demselben; *oes.* Oesophagus; *SKn.* Sinnesknospen; *B.So.* Baurs sog. Gehörbläschen; *G.* Gehirnring; *Rn.* Radialnervenstamm vom Gehirnring abgehend durchsetzt das Kalkstück; *Rw.* verläuft centralwärts vom Radialnervenstamm in der Körperwand; *Rlm.* Radiallängsmuskel; *Rk.* Radialkanal mit dem abgehenden Tentakelkanal; *P.B.* Polische Blase stark kontrahirt; *m.* Mesenterium; *Gsch.* Geschlechtsorgane; *Stk.* Steinkanal mit der Madreporenplatte; *Blk.* dorsale Blutlakune im Mesenterium; *Blg.* Blutlakune des Tentakelkanals. —

Die Wandung des Ringkanals, dessen Lumen einen Durchmesser von etwa 0,5—0,6 mm. besitzt, ist sehr dünn. Auf das den Holraum, das Lumen auskleidende Epithel folgt eine stark entwickelte Ringsmuskelschicht, dann die Bindesubstanz und nach aufsen ein Epithel, welches wimpert und sich auf die Suspensorien fortsetzt. Die Zellen der das Lumen des Ringkanales auskleidenden Epithelschicht besitzen einen runden Kern (vergl. Figur 74). Die Zellgrenzen sind kaum warnehmbar, nach Behandlung mit Silber treten sie erst schön hervor. Die Ringsmuskeln verlaufen durch mehr oder weniger grofse Interstitien von einander getrennt, oder aber eng aneinanderliegend. Dies ist der Fall an den Stellen, wo die Tentakelkanäle abgehen. Die Bindesubstanz ist durchsetzt von Kalkkörperchen von biskuit- oder nierenförmiger Gestalt. —

Vom Ringkanal gehen nun weiterhin eine Reihe von Kanälen ab zu den Tentakeln. Es entspringen dieselben (siehe Holzschnitt) auf der der Mundscheibe zugekehrten Peripherie desselben. Die Anzal der Tentakelkanäle ist sehr variabel. Es finden sich acht, neun, meist zwölf vor, wie Baur[1]) bereits angegeben hat. Sind mehr Tentakel vorhanden als Kanäle, so teilen sich die letzteren dichotomisch, sodass also je ein Kanal zwei Tentakel versorgen kann. Im Allgemeinen jedoch gilt dies nicht und die Tentakelkanäle verlaufen ungeteilt zu den Tentakeln.

Der Durchmesser beträgt bei mäfsiger Kontraktion etwa 0,585 mm. Es sind also weite Schläuche, die dem Ringkanal an Umfang um nichts zurückstehen. Der feinere Bau der Tentakelkanäle ist folgender. Das Aufsenepithel ist eine direkte Fortsetzung des Epithels des Ringkanals. Während aber bei letzterem unmittelbar die Bindesubstanz unterhalb der Epithelschicht liegt, ist dies hier nicht der Fall.

Auf das Aufsenepithel folgt eine Längsmuskelschicht, dann die Bindesubstanz, und nach innen von dieser eine Ringsmuskellage und das das Lumen auskleidende Epithel (vergl. Figur 71 und 72). Mithin findet sich in diesem Teil des Wassergefäfssystemes eine doppelte Muskulatur vor, wie sich auf Querschnitten unschwer konstatiren lässt. Die Längsmuskelschicht ist bisher allen Autoren entgangen. Ludwig[2]) hat bezüglich der

---

[1]) Baur, a. a. O.

[2]) Ludwig, Morphologische Studien an Echinodermen, I. Band, pag. 163. Leipzig 1877—1879.

Anordnung der Muskulatur bei Crinoideen und Asteriden nachgewiesen, dass sich das Vorkommen einer ausgebildeten Ring- oder Längsmuskulatur in den einzelnen Bezirken des Wassergefäfssystemes ausschliefst. Dieser Satz, der für alle übrigen Echinodermengruppen seine Gültigkeit besitzen mag, gilt somit für die Holothurien nicht. Bei Synapta speciell sind beide Muskelschichten, die äufsere Längs- und die innere Ringsmuskularis, deutlich ausgebildet und in gleicher Weise entwickelt. Den Muskelfasern liegt der Muskelkern vom Plasma umgeben einseitig an, es sind also nach dem epithelialen Typus gebaute Fasern. Die Ringmuskellage des Tentakelkanales ist eine direkte Fortsetzung der Muskulatur des Ringkanales, wärend die Längsmuskeln an der Basis der Tentakelkanäle aufhören.

Der weitere Verlauf der Tentakelkanäle ist nun folgender. Sobald sie am Kalkring angekommen sind (siehe Holzschnitt), inserirt der lateral gelegene Teil der Schlauchwandung unterhalb desselben, wärend der central gelegene Teil so sich ansetzt, dass zwischen Kalkring und demselben es zur Bildung eines engen Kanales kommt. Dies geschieht dadurch, dass der Kalkring *(Kst.)* die Tentakelhölung an der Basis durchsetzt. Zwischen Kalkring und der centralen Wandung des Tentakelkanales kommt es nun zur Bildung eines Apparates, welcher den Rücktritt des Wassers aus den Tentakelschläuchen, wie ich den Holraum der Tentakel mit Baur nennen will, hindern kann. Diesen Apparat, den ich hier aufgefunden habe, beschreibe ich als

3. Die Semilunarklappen.

Zwischen Kalkstück und der Wandung des Tentakelkanales erstreckt sich dieser taschenförmige Ventilapparat in Gestalt einer Klappe, welche von dem Kalkstück, das ja die eine Wand des Tentakelkanales an dieser Stelle bildet, nach der gegenüberliegenden Seite zieht. Die halbmondförmige Klappe entspringt mit dem unteren convexen Rande der Tentakelwand und bildet gegen diese eine Tasche, die also nach dem Tentakelschlauch zu geöffnet ist (vergl. Figur 63 und 60).

Diese Seminularklappe, wie ich diesen Apparat nennen will, besitzt eine Muskulatur, welche sich durch ihre schmalen langgestreckten Muskelkerne auszeichnet. Die Muskelfasern sind nun so in der Klappe angeordnet, dafs sie zur Axe des Kanales rechtwinklig stehen. Die Semilunarklappe wird also in dieser Weise

funktioniren. Wenn durch Contraktionen der Muskeln des Ring- und Tentakelkanals der Tentakel mit Flüssigkeit gefüllt wird, so wird die Klappe durch die vorbeiströmende Flüssigkeit an die Wandung des Tentakelkanales angepresst. Sobald nun die Flüssigkeit aus dem Tentakelschlauche zurücktreten will, so fängt sich dieselbe in der Semilunarklappe und wird durch dieselbe zurückgestaut. Soll nun das Gegenteil eintreten und die Tentakelschläuche ihrer Flüssigkeit entleert werden, so tritt die Muskulatur der Semilunarklappe in Tätigkeit. Durch die Contraction der Muskelfasern wird die Klappe an die Wand des Tentakelkanales angepresst und nun kann der Tentakelschlauch vermöge der Muskulatur des Tentakels entleert werden. Auf die Muskelfasern der Klappe folgt auf beiden Seiten ein Epithel, dessen Kerne leicht nachweisbar sind, wärend die Zellgrenzen nicht zu erkennen sind. (Vergl. Figur 63 und 64).

Solche Semilunarklappen fand ich je eine in jedem Tentakelkanal, da wo der Kalkring das Lumen desselben durchsetzt.

4. Die Radialwassergefäfse.

An der Stelle wo der Tentakelkanal in den Tentakelholraum mündet, entspringt ein kleiner Kanal der blind endet unterhalb des Gehirnringes (vergl. Figur 62, *RW.*) Aus diesem Kanal oder besser gesagt dieser Ausbuchtung des Tentakelkanales entpringt das Radialwassergefäfs um mit dem Radialnervenstamm der vom Gehirnring abgeht, zu verlaufen. In den fünf Medianlinien der Radialmuskeln verläuft das Wassergefäfs centralwärts gelegen vom Nervenstamm, um in der Nähe des Afters blind zu enden. Das Epithel, welches sich in ihm findet, ist dasselbe Flimmerepithel, wie es im Wassergefäfsring und den übrigen Teilen des Wassergefäfssystemes angetroffen wird. Zwischen den Wandungen des Radialgefäfses sind hier und da Verbindungsstränge ausgestreckt, welche aus Bindesubstanzfibrillen bestehen, welche vom Epithel überzogen werden. —

Indem ich so den Zusammenhang der mit den Radialnervenstämmen verlaufenden Gefäfse mit dem Wassergefäfssysteme dargetan habe, ist die Baur'sche Ansicht endgültig widerlegt, welche die fraglichen Gefäfse als zu den Nerven gehörig betrachtete. —

Es ist hier der Ort, um einige geschichtliche Notizen über diese mit den Radialnervenstämmen verlaufenden Wassergefäfs-

kanäle anzufügen. Quatrefages hatte nämlich die genannten Gefäfse bei Synapta Duvernaea beschrieben und sie, wie ja richtig ist, aus dem Wassergefäfsring (Ringkanal) entspringen lassen. Joh. Müller[1]) hatte nun hiergegen geltend gemacht, dass ein solcher Fall allein dastehen würde, da bei allen Holothurien die Wassergefäfse immer über den Kalkring austreten. Bei einigen Synapten hatte er unser Wassergefäfs als Blutgefäfs beschrieben, um aber bald darauf diese Deutung zurückzunehmen und die fraglichen Gefäfse als Nervenkanäle in Anspruch zu nehmen, wie es dann wieder Baur[3]) getan hat. Ich füre diese verschiedenen Deutungen, welche die Radialwassergefäfse der Synaptiden, welche unterhalb des Nerven mit diesem zusammen den Kalkring durchsetzen, erfaren haben, an, um zu zeigen, dass eine endgültige Einigung über ihren Charakter bis jetzt noch nicht erzielt war. —

Was nun die Tentakel anlangt, so sind dieselben Füfschen, welche auf die Mundscheibe reducirt sind und hier in einem Kreise stehen. Sie funktioniren aber nicht mehr als Saugfüfschen, sondern schaffen die Narung herbei und dienen als Tastorgane. Hiermit in Zusammenhang stehend haben sich die kleinen Fülerchen an ihren Enden entwickelt. Dass man die Tentakel als Füfschen anzusehen hat, geht aus dem Verhalten des Wassergefäfssystems hervor, wie ich es soeben geschildert habe. — Nachdem nun die Radialwassergefässe sich von den Tentakelkanälen abgezweigt haben, münden die letzteren in die Tentakelholräume ein. Eine blindsackartige Verlängerung, welche den Ampullen der Saugfüfschen der Asteriden entspräche, ist nicht in dem Mafse vorhanden wie bei Holothuria tubulosa zum Beispiel. Dadurch aber, dass den Binnenraum der Tentakel der Kalkring durchsetzt, ist lateralwärts von letzterem, also an dessen Aufsenfläche eine blind endende Ausbuchtung entstanden, die man als Homologon der Ampullen der Tentakel der übrigen Holothurien ansehen kann, wie es auch von Baur geschehen ist. Im Holzschnitt ist diese Ausbuchtung mit *a* bezeichnet. — Der Bau der Tentakel, die als Ausstülpungen der Leibeswand aufzufassen sind, ist folgender. Die Peripherie wird

---

[1]) Berichtigung und Nachtrag zu den anatomischen Studien, Müllers Archiv, 1850 pag. 225.

[2]) Anatomische Studien über die Echinodermen, ebenda 1850, pag. 117.

[3]) a. o. O.

überzogen vom allgemeinen Körperepithel, unter welchem die stark entwickelte Bindesubstanz folgt. Auf diese folgt eine Längsmuskulatur, welche nach der Spitze der Tentakel an Ausdehnung abnimmt. Auf Längsschnitten überzeugt man sich, dass diese Längsmuskulatur in Felder gespalten ist. Die Muskelfasern, die schief aufsteigen durchkreuzen sich und bilden ein Gewirr, obgleich im Allgemeinen der Faserverlauf in den Tentakeln als paralleler bezeichnet werden muss.

Eine Ringsmuskulatur findet sich in den Tentakeln nicht vor. Baur spricht von einer solchen, die aufserhalb von den Längsmuskeln verlaufen soll. Nur in den Fülerchen habe ich auf Targentialschnitten eine feine concentrische Streifung gefunden, welche von Ringsmuskelfasern herrüren könnte.

Das Epithel nun, welches den Holraum des Tentakels auskleidet und zusammenhängt mit jenem in den Tentakelkanälen ist von plattenförmiger Gestalt. Von der Fläche gesehen, treten die Zellkerne von runder bis ovaler Gestalt auf, wärend die Zellen gegeneinander kaum abgegrenzt erscheinen. Dass nur ein einfaches Plattenepithel den Binnenraum auskleidet, kann man nur an solchen Längsschnitten mit Gewissheit erkennen, welche zur Tentakelaxe schräg und parallel zu den Muskelfasern gefürt sind. Sobald der Schnitt nur der Länge nach den Tentakel getroffen hat, erhält man eigentümliche Bilder. Es sieht dann aus, als ob wulstförmige Bildungen in den Holraum hervorragten, die von grofsen vacuolenhaltigen Zellen zusammengesetzt würden. Diese Erscheinungen rüren von dem eigentümlichen schrägen Verlauf der Muskelfasern her. Sobald man aber in der angegebenen Weise verfärt und zum Muskelverlauf parallele Schnitte anfertigt, erlangt man auch ein richtiges Bild von dem Bau des Epithels. —

Mit wenigen Worten habe ich noch der Polischen Blase zu gedenken. Sie kommt bei Synapta bekanntlich nur in der Einzahl vor und stellt eine blindsackartige Ausstülpung des Ringkanales dar, welche in der Leibeshöle nach dem Apicalpol zu hängen kommt. Ihr Durchmesser ist je nach dem Contractionszustand wechselnd. Als Maximum kann derselbe etwa mit 0,52 mm angegeben werden, wärend die Wandung nur 0,05 mm breit ist. Dieselben Schichten, welche sich im Ringkanal finden, trifft man in der Polischen Blase wiederum an. Auch sie besitzt eine Ringsmuskulatur und ein äufseres Wimperepithel. —

Die Muskulatur.

Ein interessantes Resultat ergiebt sich bei der Untersuchung der Muskulatur von Synapta digitata. Wärend nämlich ein Teil derselben, und zwar der bei weitem gröfste, sich seinem Bau nach als epithelialen Ursprungs kund giebt, ist dies bei einem Teile nicht der Fall. Neben Muskelfibrillen epithelialen trifft man solche mesenchymatösen Ursprungs an, welche aber nach dem Typus der ersteren gelagert sind, wie ich nachweisen werde.

Die Muskulatur der Synapta setzt sich zusammen aus einer Längs- und Ringsmuskulatur. An ersteren sind die fünf Radialmuskeln, die Muskeln der Tentakel, des Wassergefäfssystems, der Geschlechtsorgane und des Darmtractus zu nennen, wärend eine Ringsmuskularis in der Körperwand, im Darmtractus, in einem Teile des Wassergefäfssystems, und den Geschlechtsorganen sich vorfindet. Hierzu kommen noch Muskelfasern in den Suspensorien, den Mesenterien und den Semilunarklappen.

Was nun den histologischen Bau der Muskulatur anlangt, so steht die Ringsmuskularis des Vorderdarmes der übrigen Muskulatur der Synapta gegenüber.

Ich beginne mit einer Schilderung der Ringsmuskularis der Körperwand. Man kann sich dieselbe leicht zur weiteren Behandlung verschaffen, indem man die das Coelom auskleidende Epithelschicht abzieht. Dann löst sich die Muskelschicht mit ab. Durch Abpinseln und Schütteln kann man die Epithelzellen entfernen und erhält so die Muskelschicht allein. Zunächst fällt die Lagerung der Fibrillen auf. Streng parallel verlaufen dieselben indem sie dicht an einander liegen. Isolirte Muskelfibrillen zeigen weiterhin folgendes. Es sind lange an ihren Enden zugespitzte Elemente, die nach der Mitte zu an Stärke zunehmen. Ungefär in der Mitte der Muskelfaser, die ungeteilt verläuft, liegt der Kern, von wenig Protoplasma umgeben, der Fibrille aufgelagert. (vergl. Figur 24.) Der ovale Kern besitzt eine Länge von etwa 0,00571 mm. Die Länge der einzelnen Muskelfibrillen ist sehr bedeutend. Bei einer etwa 500fachen Vergröfserung lässt sich eine Muskelfaser zwei- bis dreimal durch das Gesichtsfeld verfolgen. Bei mäfsiger Contraction besitzen die Fibrillen der Ringsmuskularis der Körperwand einen Dickendurchmesser von 0,00285 mm. Auf dem Querschnitt erkennt man, dass die Fibrillen kreisrunde Gebilde sind, die sobald sie eng an einander liegen, sich gegenseitig an den Berürungspunkten abplatten können.

Denselben Bau wie die ringförmig in der Körperwand verlaufenden Muskeln ihn besitzen findet man in den Radialmuskeln wieder. Auch diese bestehen aus langen an ihren Enden spindelförmig auslaufenden Fibrillen. Nach der Mitte zu schwellen sie mehr und mehr an. Hier liegt dann die Muskelzelle auf. An einzelnen Fibrillen kann eine Zerfaserung an den Enden auftreten. Diese ist jedoch an intakten Fibrillen nicht vorhanden.

Wärend nun die Muskelfibrillen niemals eine Querstreifung zeigen, ist, und zwar besonders an stark contrahirten Fibrillen eine Längsstreifung bemerkbar. Parallel zur Axe der Fibrille verläuft diese Streifung. Mit Hilfe feiner Nadeln gelingt es nun die Fibrillen der Länge nach, der Längsstreifung entsprechend, zu zerfasern, sobald ein längeres Verweilen in einer Macerationsflüssigkeit vorhergegangen war. Es liegt somit kein Grund vor etwa den Bau einer Muskelfibrille als fibrillär zu bezeichnen, es ist dieser Längsstreifung vielmehr eine weit untergeordnetere Bedeutung zuzuschreiben und sie als eine weitere Differenzierung der contractilen Substanz aufzufassen, in änlicher Weise wie es Schwalbe[1]) bei den Schliefsmuskeln der Lamellibranchier getan hat.

Der Durchmesser der Radialnervenfasern ist sehr wechselnd, da dieselben einer ungemein starken Contraction fähig sind. Er schwankt ungefär zwischen 0,0028 und 0,0071 mm. Der Kern, von wenig Plasma eingeschlossen, ist von ovaler Gestalt und zeigt meist einen oder mehrere Kernkörperchen. Seine Länge beträgt etwa 0,0082 mm.

Die Fasern der Radialmuskeln liegen nicht unmittelbar nebeneinander, sondern sind durch gröfsere oder kleinere Interstitien getrennt, welche von der Bindesubstanz ausgefüllt werden. Die Fasern derselben sind sehr fein; die Grundsubstanz ist stark entwickelt. Die Form der Muskelfasern, um noch dies hinzuzufügen, ist bald annähernd kreisförmig, bald mehr polyedrisch. Sie färben sich mit Carmin oder anderen Farbstoffen ungemein stark und sind von den Bindesubstanzfibrillen hierin unterschieden, welche Farbstoffe nur in ganz geringem Mafse aufnehmen.

Dasselbe, was von den Radialmuskelfasern gesagt wurde, hat nun auch für die übrige Muskulatur epithelialen Ursprungs seine

---

[1]) Schwalbe, Ueber den feineren Bau der Muskelfasern wirbelloser Tiere. Archiv für mikroskop. Anatomie. Band 5.

Geltung. Ueberall sind die Muskelfasern glatte spindelförmig auslaufende streng parallel zu einander verlaufende Gebilde, die niemals eine Verzweigung zeigen. Nur die Muskulatur der Mesenterien und der Semilinarklappen verdienen noch eine besondere Besprechung. — Schon von Joh. Müller[1]) wurde das Vorkommen von Muskelfibrillen im Mesenterium der Synapta beschrieben.

Bei den Pedaten finden sich die Muskelfasern im Mesenterium streng parallel verlaufend angeordnet, bald mehr eng an einander liegend, bald durch Zwischenräume getrennt. Abweichend in ihrer Anordnung wird dieselbe bei Synapta. Im Allgemeinen kann man drei Richtungen angeben, in welcher die Muskelfasern am Mesenterium verlaufen können. Gewönlich trifft man eine Lage von Fasern an, welche aus parallel eng zusammenliegenden Fasern besteht; zu dieser kommen noch Fasern hinzu, welche zu den ersteren in spitzem Winkel verlaufen und selbst wieder von anderen gekreuzt werden. An den Stellen des Mesenteriums, an welchen sowol die parallel verlaufende Schicht als auch die sich kreuzenden Fasern angetroffen werden, liegen die letzteren der ersteren Schicht auf, welche wiederum auf der Bindesubstanz aufgelagert ist. Unterhalb des das Mesenterium überziehenden Epithels liegen also zuerst die sich kreuzenden, dann die aus parallel verlaufenden Fasern gebildete Schicht, und endlich folgt die Bindesubstanz.

An allen Stellen trifft man die parallel verlaufenden Fasern an, und es können dann unvermittelt die kreuzweis verlaufenden Faserzüge hinzutreten. — Mit der gröfseren Entwicklung des Muskelgewebes in den Mesenterien in Vergleich zu den Pedaten, geht Hand in Hand eine gröfsere Ausbildung der Bindesubstanz, wie ich bei Besprechung desselben erörtern werde.

Abweichend ist die Muskulatur in den Seminularklappen der Tentakeln gebildet, wie ich die eigentümliche zum ersten Male beschriebene Klappenvorrichtung in den Tentakelkanälen benannt habe. Durch die langen spindelförmigen Muskelkerne fallen die Fibrillen sofort in die Augen. (vergl. Figur 64.) Eine Lage parallel verlaufender Fibrillen, die eng an einander geschmiegt liegen, verläuft der Breite nach auf den Klappen. Eine Isolirung dieser Fibrillen gelang mir wegen der Kleine des Objects nicht. Der lange 0,0082 mm lange Kern von spindelförmiger Form liegt, soweit man diese erkennen kann, der contractilen Substanz auf. Somit sind diese Muskelfibrillen epithelialen Ursprunges. —

---

[1]) Joh. Müller, Müller's Archiv 1852.

Es stimmen also die Muskelfasern, was Gestalt und Anordnung anlangt, überein mit den gleichen Gebilden der Pedaten, wie ich weiter unten nachweisen werde [1]). Nur die Muskulatur des Oesophagus macht hiervon eine Ausnahme. Zur Beschreibung derselben wende ich mich jetzt.

Bereits bei oberflächlicher Betrachtung eines Längsschnittes durch das vordere Körperende fällt der Unterschied in die Augen, welcher zwischen der Ringsmuskularis des Oesophagus und seinen Längsmuskelfasern oder denen der Radialmuskel besteht. In dem einen Falle sind die Muskelfasern von feinerer Gestalt, wärend sie im anderen Falle dickere, massigere Gebilde vorstellen. Isolirt man nun die Ringsmuskelfasern des Schlundes, so zeigt sich, dass sie nach einem anderen Typus gebaut sind als die bisher betrachtete Muskulatur. Die Bildungszelle liegt nicht der contractilen Substanz auf, sondern der Kern derselben wird von der Faser umschlossen; die contractile Substanz ist mithin allseitig abgeschieden. In Folge dessen nähert sich die Muskelfaser dieses Typus der Bindesubstanzzelle, welche ja auch auf eine in die Länge gewachsene Bildungszelle zurückzufüren ist. Was nun die Gröfsenverhältnisse der Oesophagealmuskelfasern anlangt, so beträgt ihre Dicke höchstens 0,00142 mm. Der Kern ist von spindelförmiger Gestalt und erreicht eine Länge von 0,0085—0,0100 mm. Um den Kern ist das Protoplasma der Zelle fein granulirt. Die Muskelfasern sind von bedeutender Länge. Sie gleichen hierin jenen nach dem epithelialen Typus gebauten Muskelfasern.

Die Lagerung dieser Gebilde, die besser als contractile Faserzellen benannt werden, änelt auffallend jener, welche bei den epithelialen Muskelfasern angetroffen wird. Aus Längsschnittsbildern sieht man wie die Muskelfaserzellen, die parallel zu einander verlaufen, in lamellöser Anordnung stehen. Es wird hierbei das Bild eines Muskelblattes nachgeamt. Am besten tritt dies hervor an demjenigen Teile des Schlundes, welcher an den Magen grenzt, da hier die Pseudoprimitivbündel fast kreisrund sind, wärend in der Mitte des Schlundes dieselben bedeutend in die Länge gezogen erscheinen.

Somit hätten wir bei Synapta Muskelfasern von verschiedenem Bau aber gleicher Lagerung vor uns. Folgen wir nun den

---

[1]) vergl. Zeitschrift f. w. Z. XXXIX. Band, Heft 1 und die zu gleicher Zeit erschiene Arbeit von Jourdan, Recherches sur l'histologie des Holothuries, Marseille, 1883 Pl. IV. in Annales du musée d'histoire naturelle de M. Tome I. er.

Hertwigschen Ansichten[1]), wie sie in der Coelomtheorie dargelegt worden sind, so müssen wir diejenigen Fibrillen, welche das Muskelkörperchen aufgelagert tragen, als epithelialen Ursprunges den übrigen gegenüberstellen, welche als contractile Faserzellen zu benennen sind, und für letztere einen mesenchymatösen Ursprung annehmen. Ist es aber berechtigt aus Bau und Anordnung der Muskulatur auf ihre Entstehung zu schliefsen? Da wir über die Ontogenie der (Holothurien) Echinodermen genügend unterrichtet sind, soweit dieselbe hier in Betracht kommt, so können wir auch diese Frage beantworten und zwar bejahen. Die Untersuchungen über die Ontogenie der Muskelfasern von Metschnikoff und neuerdings von Selenka geben uns vollkommenen Aufschluss.

Nach Selenkas[2]) Untersuchungen entsteht die Muskulatur des Oesophagus (Vorderdarm der Larve) auf folgende Weise.

Ein Teil der Mesenchymzellen bildet die Cutis, wie bereits Metschnikoff nachgewiesen hatte, wärend ein anderer an den Steinkanal und Ringkanal wandelt, um hier die Kalkstücke zu bilden. Ein dritter Teil der Zellen gelangt kurze Zeit nachdem die Mundöffnung zum Durchbruch gekommen ist, auf den vorderen kuglichen Abschnitt des Urdarmes, den er als Vorderdarm bezeichnet und bildet hier die Ringsmuskellage. Diese Schilderung Selenkas bezieht sich auf Synapta, und zwar auf dieselbe Art, welche mir zur Untersuchung vorlag[3]).

Die übrige Muskulatur der Synapta entsteht aber auf andere Weise. Die Längsmuskulatur der Tentakeln wird von Epithelzellen gebildet und dasselbe gilt für alle dem Wassergefäfssacke entstammende Gebilde, wie Metschnikoff zuerst gefunden hat. Die Epithelzellen erzeugen stets einen äufseren Beleg von con-

---

[1]) O. u. R. Hertwig, Die Coelomtheorie, Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XV, 1881 pag. 4.

[2]) Selenka, Studien zur Entwicklungsgesch. der Tiere. 2tes Heft. Keimblätter der Echinodermen. Wiesbaden 1883.

[3]) Metschnikoff hat in einer vorläufigen Mitteilung über die Embryologie der Echinodermen (Zoolog. Anzeiger, Nr. 158, 1884) erklärt, dass er diese Angaben von Selenka (das Hervorgehen der Radialmuskeln des Oesophagus aus Mesenchymzellen) für unbewiesen hält. Gegen diese Ansicht Metschnikoffs glaube ich, sprechen am besten die tatsächlichen Unterschiede im Bau der Muskelfasern, wie ich sie gefunden und geschildert habe. —

traktilen Fasern. Die Bildungszelle liegt als Muskelkörperchen der contraktilen Substanz einseitig an.

Weiterhin entsteht die gesammte Längsmuskulatur aus dem Epithel des Wassergefäfssystems, wärend für die Ringsmuskulatur das Coelomsackepithel als Bildungsheerd angegeben wird. Dies gilt sowol für die Ringsmuskulatur der Leibeswand als auch die des Darmtractus (mit Ausnahme des Oesophagus).

Ueber die Entstehung der Muskulatur der Geschlechtsorgane, der Suspensorien und Mesenterien sowie die Enstehung der Längsmuskulatur des Vorderdarmes wissen wir bis jetzt noch nichts, es wird deshalb erlaubt sein aus ihrem Bau auf die Ontogenie einen Rückschluss zu machen. Da zeigt es sich, dass die genannten Muskulaturen sämmtlich nach dem Typus der epithelialen Muskelfasern gebaut sind. Nur über die Ringsmuskellage der Geschlechtsorgane ist mir dies noch zweifelhaft. Darüber hoffe ich später sicheres mitteilen zu können. —

Werfen wir nun zum Schluss noch einen Blick zurück! Die Ontogenie zeigte uns, dass Muskelfasern auf zweierlei Weise entstehen können, entweder werden umgewandelte Epithelzellen (Metschnikoff und Selenka) zu Muskeln, oder aber Mesenchymzellen (Selenka) zu solchen. Diese verschiedene Entstehungsweise ist am erwachsenen Tiere noch zu erkennen, wie ich gezeigt habe, indem wir zwischen Muskelfibrillen und contractilen Faserzellen (Muskelfaserzellen) unterscheiden können und müssen. Es sind die Echinodermen somit Tiere, bei welchen Muskeln beiderlei Bildungsweisen vorhanden sind, was bis jetzt bei Enterocoeliern noch nicht erwiesen war. Wärend aber bei den übrigen Tieren auch ein Unterschied in der Lagerung beider Muskelarten constatirt worden ist, so ist dies bei Synapta (und warscheinlich auch den übrigen Echinodermen) nicht der Fall, indem die Muskeln mesenchymatösen Ursprungs zu Muskelblättern zusammentreten können, da sie immer streng parallel, nicht aber wirr durcheinander verlaufen [1]).

Im Anschluss an meine Beobachtungen will ich kurz ein Resumé geben über die Ansichten, welche man bisher über die Muskeln der Echinodermen, speciell der Holothurien sich machte.

Nach Joh. Müller und den Sieboldschen Angaben entbehren die Muskeln jeglicher Querstreifung, wärend Valentin glaubte, sich von dem Vorhandensein derselben überzeugt zu haben.

---

[1]) vergl. Coelomtheorie pag. 4 u. ff.

Dem letztgenannten Forscher widersprach Quatrefages; er sah in den Gebilden, welche Valentin als Querstreifung gedeutet hatte nur Querrunzeln, welche durch die Kontraktion hervorgebracht worden sein sollten.

Weiter hat Leydig [1]) die Muskeln speciell von Synapta untersucht. Er spricht ihnen eine feine homogene Hülle zu, in welcher der primitive Muskelcylinder liegen solle. Ueber das Fehlen oder Vorhandensein der Querstreifung spricht sich Leydig nicht sicher aus; doch scheint er dieselbe mehr für vorhanden zu halten. — Baur [2]) beschreibt die Muskeln als lange, gestreckte, durch Zerzupfen leicht isolirbare Fasern mit einer glatten Oberfläche und auf dem Querschnitt rundlich gestaltet. Ausdrücklich hebt dieser Forscher hervor, dass keinerlei Querstreifung vorhanden sei und weder auf dem Quer- noch Längsschnitt ein Unterschied zwischen Rinde und Axe zu konstatiren sei. Die zu den Muskeln gehörigen Bildungszellen hat er noch nicht gesehen. Nach Semper [3]) ist an den Muskelfasern ein Sarcolemm nicht deutlich nachzuweisen. Wirkliche Querstreifen hat dieser Forscher niemals wargenommen. Dies wären die hauptsächlichsten Angaben, die sich in der Litteratur über die Muskeln der Holothurien finden. Ihnen schliefsen sich noch die zwei Arbeiten aus dem Jahre 1883 an [4]).

Das Blut und die Blutlacunen.

Die Untersuchungen über das Blut und die sogenannten Blutgefäfse bei Synapta, die ich anstellen konnte, haben mich zu gänzlich abweichenden Ansichten gefürt, als bisher geltend waren. Ueber die Histologie der Gefäfse liegen nur wenige oder gar keine Angaben vor, und was über die Anatomie berichtet wird, lässt sich kurz zusammenfassen. Es sind drei Autoren von welchen über das Gefäfssystem der Synapta Untersuchungen vorliegen, nämlich von Joh. Müller [5]), Baur [6]) und Semper [7]). Besonders die erst-

---

[1]) Leydig, Anatomische Notizen über Synapta. Müllers Archiv für Anatomie und Physiologie. 1852. pag. 507—519.

[2]) Baur, a. o. O. 1. Abhandlung 1864, pag. 25.

[3]) Semper, Holothurien, pag. 112.

[4]) Hamann, Z. f. w. Zool. Bd. XXXIX. Heft 1. Jourdan, Recherches sur l'histologie des Holothuries.

[5]) Joh. Müller, Ueber Synapta digitata und die Erzeugung von Schnecken in Holothurien, Berlin 1852.

[6]) Baur, 1. Abhandlung.

[7]) Semper, Holothurienwerk, pag. 32.

genannten Forscher sind es, welchen wir die ersten genauen Angaben verdanken. Joh. Müller schildert uns zwei Darmgefäfse, von denen das eine an der freien Seite des Darmes, das andere an der Anheftungsstelle des Mesenteriums verläuft. Das erstere gelang ihm bis zum Muskelmagen zu verfolgen, wo es sehr fein wurde und nicht weiter konnte verfolgt werden. Das zweite Gefäfs hingegen zieht am Muskelmagen und an der Speiseröre weiter bis zum vorderen Ende des Mesenteriums. Bei beiden Darmgefäfsen betrachtete Müller wogende Kontraktionen der Wände. Er erwänt dann des weiteren, dass eine Wimperbewegung im Inneren der Gefäfse nicht vorhanden sei, wärend die äufsere Oberfläche derselben wie des Darmes bewimpert sei. Weitere Angaben über die Gefäfse finden sich nicht vor. Durch die Untersuchungen von Baur wurden die Resultate von Joh. Müller bestätigt und dann neue Angaben hinzugefügt. Ueber die Flüssigkeit, welche in den „canalförmigen contractilen Blutbehältern" verläuft, erfaren wir, dass sie in Alkohol gerinnt und eine weifse Farbe annimmt, sowie, dass in ihr feinkörnige rundliche Blutkörperchen sich vorfinden. Nach Baur enden beide Gefäfse blind, sie geben nirgends Aeste ab sowie auch eine ringförmige Verbindung nicht existiren soll.

Von Semper ist über die Verzweigung von Blutgefäfsen in der Darmwandung berichtet worden, welche er durch Injiciren darstellen konnte. Diese Angaben sowie die viel älteren von Tiedemann beziehen sich jedoch nicht auf Synapta, sondern meist auf füfschentragende Holothurien. Tiedemann beschreibt bereits ein ventrales und ein dorsales Gefäfs, und drittens ein Gefäfsnetz, welches diese beiden in der inneren Bindesubstanzschicht in Verbindung setzen soll. Eine Bestätigung auf diese Angaben des in der Wandung sich findenden Gefäfsnetzes ist bisher noch nicht gegeben, ebenso wenig wie Untersuchungen über den Bau derselben vorliegen.

Welche Bewandtnis es nun mit diesen Gefäfsen hat, will ich im folgenden nachweisen. Zunächst werde ich die Gefäfse am Darm schildern und dann die des Wassergefäfssystemes. Um jedoch zu einem richtigen Verständnis der Blutbanen des Darmtractus zu gelangen, ist es unumgänglich notwendig den Bau des letzteren voraus zu schicken. Ich füge deshalb an dieser Stelle eine Darstellung des Darmes ein.

---

[1]) Anatomie der Rörenholothurien etc. Landshut 1816.

1. Der Darmkanal.

Bei Synapta stellt der Darmkanal einen einfachen Schlauch vor, welcher in gerader Richtung vom vorderen Körperende bis zum hinteren verläuft. Schon bei oberflächlicher Betrachtung treten die einzelnen Abschnitte, welche am Darmkanal unterschieden werden müssen, hervor. Auf den Oesophagus folgt ein Abschnitt, welcher durch eine Einschnürung von diesem getrennt beginnt. Von aufsen erscheint die Wandung desselben glatt; sie ist stärker als die des folgenden Abschnitts, welcher als Dünndarm bezeichnet wird. Von letzterem unterscheidet sich der zweite Abschnitt durch seine stark entwickelte Muskulatur. Ich nenne ihn Drüsenmagen und werde weiter unten diese Bezeichnung rechtfertigen.

Bevor der Darmkanal durch die Analöffnung nach aufsen mündet, kann an ihm noch ein letzter Abschnitt unterschieden werden, der Endteil als Rektum.

Befestigt wird der Darmkanal an der Leibeswand durch Suspensorien und ein Mesenterium. Suspensorien erstrecken sich zwischen Oesophagus und Kalkring einerseits, und Ringkanal und ersterem andrerseits. Auf gleiche Weise wird das Rectum durch Suspensorien an der Leibeswand befestigt.

Das Mesenterium liegt dorsal, in der Mittellinie zwischen zwei Längsmuskeln, also interradial. Es beginnt etwa in gleicher Höhe mit dem Kalkring. An ihm inserirt der Steinkanal, sowie der Ausfürgang der Geschlechtsorgane hier verläuft. Eine kurze Strecke vor der Afteröffnung endet das Mesenterium.

Der Schlund, der eine Einstülpung der Körperwand vorstellt, wird demgemäfs auch von demselben Epithel ausgekleidet, wie es auf der Oberfläche des Körpers angetroffen wird. Wir finden dieselben Zellelemente, mit Ausschluss der Sinneszellen, wieder. Wärend nämlich ein subepithelialer Nervenplexus rings um die Mundöffnung auf der Mundscheibe vorhanden ist — besonders auf Längsschnittsbildern kann man sich hiervon überzeugen — verschwindet derselbe oder besser gesagt, setzt sich nicht in den Oesophagus fort, sodass also unterhalb der cylindrischen Epithelzellen unmittelbar die Bindesubstanz zu liegen kommt. Aeufserst schwer lassen sich diese Zellen isoliren. Gelingt dies, so erkennt man, dass dieselben zugespitzt oder mehr gabelförmig enden, one sich scharf gegen die Bindesubstanz abzusetzen. Zwischen ihnen sind die Drüsenzellen sichtbar und

zwar sowol Becherdrüsen als auch Schlauchdrüsen. Beide Formen zeigen denselben Bau wie die in der Körperhaut vorkommenden Zellgebilde. Was ihre Verbreitung im Schlunde speciell betrifft, so findet man im oberen der Mundöffnung genäherten Abschnitt des Oesophagus die Schlauchdrüsen in geringer Menge vor, wärend sie im basalen Teile in desto gröfserer Anzahl stehen. Es ist dieser Teil des Schlundes zugleich ausgezeichnet durch wulstförmige Erhebungen, welche vom Epithel und der Bindesubstanz gebildet werden. Sie sind nicht etwa eine Folge der Contraction, sondern constante Bildungen. Auf den Wülsten trifft man die Becherzellen an, die oft in Trupps zusammenstehen.

Auf die Epithelschicht folgt die innere Bindesubstanzschicht von mächtiger Entwicklung (etwa 0,21 mm). Hierauf trifft man die Ringsmuskelschicht an, welche im Anfangsteile des Schlundes mäfsig entwickelt nach der Mitte desselben an Ausdehnung zunimmt, um nach der Basis zu wieder abzunehmen. Auf dieselbe folgt eine mäfsig entwickelte Längsmuskelschicht, eine wenig entwickelte äufsere Schicht der Bindesubstanz und endlich das Epithel, welches die Peripherie des Schlundes überzieht. Die innere Bindesubstanzlage übertrifft bei weitem die äufseren, welche am Dünndarm kaum warnehmbar ist. Sie wurde von Quatrefages und anderen überhaupt nicht beschrieben.

Die Ringmuskelschicht, über deren Ursprung in der Mundscheibe Figur 60 uns belehrt, besteht aus mesenchymatösen Muskelfasern; sie nimmt, wie schon gesagt, nach der Basis des Schlundes zu an Ausdehnung ab, um ganz zu verschwinden. Am Magen tritt an ihre Stelle (also innen von der Längsmuskelschicht gelegen!) eine Schicht von gleichfalls concentrisch verlaufenden Muskelfasern, welche aber epithelialen Ursprungs sind. —

Das Lumen des Schlunds ist etwa im Durchmesser 0,3—1,2 mm gröfs, wärend seine Wandung einen Durchmesser von 0,26—0,52 mm besitzt.

Der zweite Abschnitt des Darmes, der Drüsenmagen, beginnt mit einem Einschnitt und ist durch seinen Bau streng vom Schlunde unterscheidbar. Zunächst ist hervorzuheben, dass sein Inneres glatt erscheint und niemals Zottenbildungen auftreten. Bereits bei schwacher Vergröfserung fällt die Muskulatur auf, welche im ganzen Verlaufe stark entwickelt ist. Sie hat diesem Darmteil zu dem Namen „Muskelmagen" verholfen. Dass wir von einem Magen mit Recht sprechen können, werde ich weiter unten auseinander setzen.

Das Epithel, welches den Holraum des Magens auskleidet, besteht aus lauter Drüsenzellen von einzelliger Natur, welche tief in die innere Bindesubstanzschicht ragen. Die Gestalt dieser Zellen ist als schlauchförmige zu bezeichnen. Unterhalb der stark entwickelten Cuticula (Durchm. derselben 0,0097 mm) beginnen die Zellen mit einem dünnen Halsteil, um kolbenförmig zu enden. (Figur 46). Ein runder Kern mit einem deutlich hervortretenden Kernkörperchen findet sich meist der Basis genähert in der kolbenförmigen Anschwellung der Zelle vor. Der Inhalt der Zellen ist fein granulirt und tingirt sich mit Farbstoffen ungemein stark. Isolirt man diese Epithelzellen, so trifft man ihnen anhängend Zellen an, welche zur Bindesubstanz gehören. Es reicht nämlich dieselbe mit ihren Fibrillen weit zwischen die kolbenförmigen Enden der Zellen hinauf, die Interstitien ausfüllend. Am hinteren Ende des Magens verschwinden die Drüsenzellen und hier beginnt das Epithel, welches den folgenden Abschnitt charakterisirt. Bevor ich dieses aber schildere, will ich noch einiges über die übrigen Gewebe hinzufügen, welche die Magenwand zusammensetzen. Die der Ringsmuskularis aufliegende Längsmuskularis ist gering entwickelt. Es bilden ihre Muskelfibrillen kaum eine Schicht; sie sind durch oft grofse Interstitien von einander getrennt. Nach aufsen folgt die äufsere Bindesubstanzschicht kaum erkennbar und das Aufsenepithel, welches wimpert. Es bleibt sich dieses Epithel am ganzen Darmkanal gleich.

Was nun den dritten Abschnitt des Darmes anbetrifft, so ist dieser als Dünndarm oder Chylusdarm zu bezeichnen. Er ist der bei weitem längste Teil des ganzen Darmkanales. Eine Cuticula ist im Dünndarm nicht zur Bildung gekommen. Die Zellen des Epithels, welches die innere Fläche auskleidet, sind von cylindrischer bis cubischer Gestalt. Der Kern liegt der Basis genähert. Der Inhalt ist fein granulirt. Auf ihrer Peripherie tragen die Zellen feine Wimpern, welche schon den älteren Autoren bekannt waren. An Einschlüssen trifft man gelbe Körnerhaufen, Fetttröpfchen und Pigmentanhäufungen an, besonders im peripheren Teile der Zellen sind dieselben eingelagert. Durch die Kontraktionen der Muskulatur der Wandung kommt es zur Bildung von Zotten, die übrigens auch teilweise wenigstens bei ganz schwach kontrahirten Exemplaren bemerkbar sind. Zwischen den Epithelzellen, deren Höhe, wie schon angegeben, sehr variabel ist, treten Becherdrüsenzellen vereinzelt auf. Immer ist das Epithel einschichtig und treten die Zellgrenzen deutlich hervor. Ebenso

sind die Zellen nach der inneren Bindesubstanzlage zu deutlich abgesetzt. Der Durchmesser des Dünndarmes ist sehr verschieden an den verschiedenen Stellen. Im mittleren Teile desselben wird die gröfste Breite erreicht, wärend nach dem Magen und After zu derselbe abnimmt. Als Mittel kann 1,98 mm bis 6 mm angegeben werden. Letztere Breite kann man am prall angefüllten Dünndarm oft konstatiren.

Ueber die übrigen Gewebe ist folgendes in kürze zu bemerken. Die innere Bindesubstanzlage die am stärksten entwickelte Schicht, ist durchsetzt von einem System von Holräumen, die untereinander kommuniciren und über deren Bedeutung ich handeln werde, sobald von dem Blut und den Lacunen, in welchen dasselbe sich bewegt, die Rede sein wird.

Die Rings- und Längsmuskelschicht ist wenig entwickelt (vergl. Figuren 39 und 47). Besonders gilt das von der letzteren. Eine äufsere Bindesubstanzlage ist im Dünndarm nicht eigentlich vorhanden. Man trifft aufserhalb und zwischen den Längsmuskelfasern einzelne Zellen mit Ausläufern an, welche aber keine Schicht bilden; es folgt somit das Aufsenepithel unmittelbar auf die Muskelschichten.

Wärend bis jetzt das Innenepithel sich streng absetzte gegen die Bindesubstanz, ist dies im letzten Abschnitt, dem Rektum nicht der Fall. Das Epithel desselben zeigt uns wieder dieselbe Zusammensetzung wie das der Körperhaut. Die Epithelzellen verlaufen spitz und verlängern sich teilweise in Fibrillen, welche in der Bindesubstanz verlaufen (vergl. Figur 48). Mit voller Sicherheit kann man dies beobachten an den Drüsenzellen, die sich in diesem Teile des Darmes finden. Es sind die Schlauchdrüsen, die in ungewönlich grofser Menge sich angehäuft finden. Den gewönlichen Epithelzellen des Rektums sind sie an Länge weit überlegen. Sie überragen diese um das doppelte, ja dreifache. Unterhalb des Zellkerns, der in der Basis der Drüsenzelle liegt, entspringt ein Fortsatz, welcher sich oft auf weite Strecken in der Bindesubstanz verfolgen lässt. Nachdem ich im Rektum an den Schlauchdrüsen feststellen konnte, dass ihr Fortsatz nicht nervöser Natur ist, gelang es mir dasselbe auch an den Schlauchdrüsen, welche in der Körperepidermis sich finden, zu konstatiren. Dass diese Drüsen aber mit feinsten Nervenfasern der Hautnerven in Verbindung stehen können, ist hiermit nicht geleugnet. Dieses Verhalten muss sogar als tatsächlich vorhanden angenommen werden, wenn wir bedenken, dass auf den Tentakeln die Tast-

papillen oft zum gröfsten Teile aus Schlauchdrüsen zusammengesetzt werden und zwischen denselben die Nervenfibrillen des Hautnerven sich verzweigend angetroffen werden.

Das Verhalten der Muskulatur ist dasselbe wie in den übrigen Darmabschnitten; nur die Ringsmuskularis kommt am After zu besonders starker Entwicklung, indem sie hier einen Sphinkter bildet. Die Wandung des Rektums, das heifst sein Innenepithel, die Bindesubstanz und das Aufsenepithel setzen sich direkt fort in die entsprechenden Schichten der Leibeswand, sodass das Rektum als Einstülpung der letzteren erscheint in gleicher Weise wie es mit dem Schlunde der Fall ist. —

Ehe ich nun die Funktionen der einzelnen Darmabschnitte klar zu legen versuche, soweit man aus der Histologie auf dieselben schliefsen kann, gehe ich über zur Schilderung der Darmlakunen.

2. Die beiden Blutlakunen des Darmkanals und die Lakunen in seiner Wandung. —

Betrachtet man den Darmkanal der Synapta mit blofsem Auge, so treten zwei Längskanäle auf seiner Aufsenseite auf, welche denselben fast in ganzer Länge begleiten. Sie liegen ihm eng an; der eine auf der dorsalen Seite, da wo das Mesenterium im Zusammenhang mit dem Darmkanal steht, wärend der andere auf die ventrale Seite zu liegen gekommen ist. Dem Anschein nach haben wir es mit echten Blutgefäfsen zu tun, die ihre besonderen Wandungen besitzen. Dass dem aber nicht so ist, erkennt man bald durch feine Schnitte, die diese Kanäle der Quere nach durchschneiden. Ein solcher Querschnitt durch den Darmkanal und den Blutkanal ist in den Figuren 36 u. 39 dargestellt. Die letztere giebt das Stück des Dünndarmes, von welchem aus der Blutkanal ausgeht, stärker vergröfsert wieder. Aus diesen Figuren geht bereits deutlich hervor, wie die Schichten der Kanalwandung direkt zusammenhängen mit denen der Darmwandung, dass mit anderen Worten die sogenannten Blutgefäfse nur Aussackungen der Darmwand sind, wobei sich in der inneren Bindesubstanzschicht eine Hölung gebildet hat, welche die Aussackung in ihrer ganzen Länge durchsetzt. Dasselbe ist der Fall bei den Pedaten, wie unten gezeigt werden soll. Dadurch nun, dass die Blutgefäfse nur Darmaussackungen vorstellen, wird es leicht erklärlich, wie die Flüssigkeit, welche in denselben cir-

kulirt, in die innere Bindesubstanzschicht des Darmes übertreten kann und hier in Lücken derselben, in Lakunen verläuft, welche in derselben auftreten. (vergl. Figuren 36, 39).

Da die Blutflüssigkeit in Spiritus gerinnt und mit Färbemitteln behandelt einen dunkleren Ton annimmt, so ist es leicht, dieselbe nachzuweisen und so den direkten Beweis füren zu können, dass der Holraum der Blutlakunen des Darmes mit Holräumen in der Bindesubstanz in Zusammenhang steht. Denn auf Injektionspräparate hin ist kein Beweis zu gründen, da jede Flüssigkeit, welche in die Bindesubstanz injicirt wird, sich in derselben verbreitet, je nach dem Druck, mit welchem sie eingespritzt wird. —

In der Blutflüssigkeit finden sich Zellen vor, die Blutzellen. Der Habitus dieser Blutzellen ist so eigen, dass man sie sofort unter den übrigen Zellen herauskennen kann und somit eine Verwechslung mit änlichen Gebilden, wie Bindesubstanzzellen nicht möglich ist. Die Blutzellen stimmen in der Gröfse überein mit den bei den Pedaten gefundenen. (Cucumaria cucumis). Ihre Bewegung ist nach Art der Amoeben und gleicht also der bei den Plasmawanderzellen beschriebenen. Ein grofser runder Kern liegt im Centrum der Blutzelle. Sein Durchmesser beträgt 0,0040 mm., wärend die Blutzelle etwa 0,0074 — 0,0080 mm. grofs ist. Das Plasma der Zelle ist vollkommen hell one jede Trübung oder Granulirung. Im geronnenen Blute treten die Zellleiber, besonders bei Färbung mit Essigkarmin, als helle runde Höfe auf, welche den Zellkern umgeben, der sich mit Farbstoffen stark tingirt. In besonders grofser Menge trifft man sie im Darmkanal, wärend in den Lakunen ihre Zal oft sehr gering erscheint. —

Was nun den Durchmesser der Darmblutlakunen anlangt, so variirt derselbe je nach der Kontraktion der Muskelfibrillen der Wandung und nach der Menge der Blutflüssigkeit. Sie sind bald prall angefüllt, bald ganz zusammengeschrumpft.

Ueber den Bau der Wandung erhält man auf folgende Weise Aufschluss. Man schneidet die Blutlakune der Länge nach auf, nachdem man sie vom Darmkanal getrennt hat, und entfernt die geronnene Inhaltsflüssigkeit; dann kann man bei schwacher Vergröfserung bereits die Muskelfibrillen erkennen, die in der Wandung zur Axe parallel verlaufen. Nach aufsen wird die Blutlakune von einem Plattenepithel überzogen, welches eine direkte Fortsetzung ist des Aufsenepithels des Darmkanales. (Vergl. Figuren 36, 39). Unterhalb derselben verlaufen die Muskelfibrillen, nicht eine Schicht bildend, sondern in bald gröfseren, bald kleineren

Intervallen. Die Muskelfasern sind 0,0014—0,0028 mm. dick. Die Bildungszelle liegt als Muskelkörperchen in der ungefären Mitte jeder Faser. (Muskelkern, Längsdurchmesser desselben 0,0076 mm., Breite 0,0028 mm.). Wie schon oben gesagt, ist der Verlauf der Fasern ein zur Längsaxe der Blutlakune paralleler. Die einzelnen Fasern verlaufen parallel zu einander. Nur hier und da treten Muskelfasern auf, die die ersteren in spitzen Winkeln schneiden. —

Nach innen von den Längsmuskeln, die an der Insertion der Lakune übergehen in die der Darmwandung (vergl. Figur 39) findet sich in Form einer Membran eine dünne Lage eines Gewebes, welches auf Querschnittsbildern als Endothel erscheint. Es gehört dieses Gewebe zur Bindesubstanz und geht über in die innere Bindesubstanzschicht des Darmkanales. Diese dünne Schicht besteht aus Zellen, deren Ausläufer, meist drei oder mehrere, unter einander anastomosiren. Es sind diese Bindesubstanzzellen von demselben Bau, wie die im Darmkanal und an den anderen Körperstellen vorkommenden gleichen Gebilde. Es kleiden diese Zellen, die die dünne Schicht zusammensetzen, das Lumen der Blutlakunen aus und können als Endothel in Anspruch genommen werden. Figur 37 zeigt die Innenansicht der Wandung der dorsalen Blutlakune. Unterhalb der anastomosirenden Zellen verlaufen die Längsmuskelfasern, von denen die eine mit der anhaftenden Bildungszelle dargestellt ist.

Die Wandung des dorsalen Kanales gleicht im Bau vollkommen der des ventralen.

Besteht nun eine Kommunikation zwischen dorsaler und ventraler Blutlakune? Querschnittsserien geben hierauf die Antwort. Da wo die Lakune mit etwas schmälerer Basis in den Darmkanal übergeht, und die Wandung mit ihren abgeplatteten Bindesubstanzzellen übergeht in die Bindesubstanzlage des Dünndarmes, tritt die Blutflüssigkeit aus der Lakune über in die Bindesubstanz. In dieser kann man das geronnene Blut mit seinen hellen Zellen in Communikation stehend sehen mit dem Inhalt der Blutlakunen. Bald trifft man dann Blutflüssigkeit mehr der Peripherie des Darmkanals genähert, bald aber dicht unterhalb des Innenepithels. (vgl. Figur 36). Indem nun der Inhalt beider Blutlakunen, der dorsalen wie ventralen, in Lücken der Bindesubstanz des Dünndarmes übertreten kann, ist auch eine Kommunikation beider Lakunen vorhanden. Die Lücken in der Bindesubstanz, die als Lakunen derselben zu benennen sind, werden von keinem Endothel ausgekleidet. Es fragt sich, ob dieselben konstant sind und ob nicht vielmehr bald

hier, bald da neue Lücken für die Blutflüssigkeit auftreten können, indem alte sich schliefsen. —

Wie die älteren Autoren schon angegeben haben, enden die beiden Blutlakunen am Dünndarm, indem sie sich mehr und mehr verschmälert haben, blind. An Schnitten habe ich mich überzeugt, dass da, wo dieselben enden, die Schichten derselben übergehen in die entsprechenden des Darmkanales. Da, wo also die Aussackungen der Darmwandung verstreichen, die Blutlakunen enden, ist auch die Grenze für das Verkommen der Blutflüssigkeit. Unterhalb dieser Stelle traf ich in der Bindesubstanz des Darmes keine Blutflüssigkeit mehr an.

3. Die Bedeutung der vier Darmabschnitte.

Nachdem ich den Bau der beiden Blutlakunen geschildert habe, will ich noch einige Worte hinzufügen über die Art der Ernärung der Synapta und die Bedeutung der einzelnen Darmabschnitte. —

Der Darmkanal gliederte sich in vier Abschnitte, Oesophagus, Drüsenmagen, Dünndarm und Rektum.

Der Oesophagus, in welchen die Mundöffnung fürt, fungirt zunächst als Organ der Narungsaufnahme. Durch ihn werden die vermittels der Tentakel aufgenommenen Substanzen in den Magen weiter befördert. Diese Weiterbeförderung geschieht in erster Linie vermittels der stark entwickelten Ringsmuskularis seiner Wandung, also durch ringförmige Kontraktionen, an welchen sich die Mundscheibe beteiligt[1]). Der an den Drüsenmagen angrenzende Teil des Schlundes ist durch in das Innere vorspringende Wülste ausgezeichnet, auf welchen Drüsenzellen in ziemlich grofser Menge sich finden. Es gelangen die aufgenommenen Substanzen vermischt mit dem Sekret der Drüsenzellen in den zweiten Abschnitt, den Magen. Da wir keinerlei Anhangsdrüsen, etwa Speicheldrüsen, am Darme der Synapta (sowie der meisten Holothurien) kennen, so ist es a priori anzunehmen, dass ein Abschnitt im Darm besonders mit solchen versehen ist; dies ist, wie ich nachgewiesen habe, dieser zweite Abschnitt, den ich geradezu als Drüsenmagen zu bezeichnen vorschlage. Da auch im Schlund die

---

[1]) Die Ringsmuskularis des Oesophagus entspringt in der Mundscheibe (vergl. Figur 60) und kann der in derselben gelegene Teil als Sphinkter in Anspruch genommen werden. —

Muskulatur stark entwickelt ist, so scheint die Bezeichnung Muskelmagen, wie Joh. Müller diesen Abschnitt genannt hat, besser fallen gelassen zu werden, da die starke Entwicklung der Muskulatur nicht speciell blos in diesem Abschnitt sich findet.

Das Epithel des Magens besteht, wie ich oben schilderte, aus lauter Drüsenzellen von schlauchförmiger Gestalt. In diesem Drüsenmagen wird die aufgenommene Narung mit dem Sekret der Drüsen vermischt und der Einwirkung desselben ausgesetzt werden. Durch die Kontraktionen der enorm stark entwickelten Ringsmuscularis wird nun einerseits die Vermischung der Substanzen mit dem Sekret bewirkt und andrerseits die so eingespeichelte Narung dem dritten Darmabschnitt, dem Dünndarm zugefürt, welchem wir die Resorption zuschreiben müssen. Hierauf deuten auch die beiden Blutlakunen hin. Der Narungssaft, der durch die Verdauung der Epithelzellen gewonnen ist, gelangt in die innere Bindesubstanz, sammelt sich in Lücken derselben an und in den Aussackungen der Darmwandung, den beiden Darmlakunen, um hier als Blutflüssigkeit zu cirkuliren. Woher die Blutzellen stammen, ist noch unaufgeklärt. Sind es Zellen der Bindesubstanz oder losgelöste Epithelzellen? Dass dieselben in Zusammenhang stehen mit den Plasmawanderzellen, werde ich weiter unten versuchen zu begründen.

Die unverdauten Teile der aufgenommenen Substanzen gelangen weiterhin vom Dünndarm in das Rektum, um durch den After entleert zu werden. Ob dem Rektum nicht noch eine weitere Funktion zukommt, lasse ich unbestimmt. Darauf scheint aber hinzudeuten die Bildung des Epithels mit den Drüsenzellen. Es liegt nahe, auf eine Atmung zu schliefsen, da ja durch die Afteröffnung Wasser aufgenommen werden kann und dieser Abschnitt oft weit aus dem Tier hervorragen kann. —

Aufser den zwei Darmlakunen und den Lakunen der Darmwandung habe ich noch eine weitere Zal von Blutlakunen aufgefunden, die bisher noch nicht bekannt waren. Nach Baur kommen Synapta ja überhaupt nur die zwei Darmlakunen zu, die er als „zwei gesonderte abgeschlossene und nicht verästelte Blutkanäle“ beschrieben hat [1]). Das Vorhandensein einer ringförmigen Verbindung beider stellt er ebenfalls in Abrede. —

---

[1]) Baur, Abhandlung 1, pag. 30 in Nova Acta.

4. Die Blutlakunen der Tentakelkanäle.

Soviel Tentakelkanäle vorhanden sind, soviel Blutlakunen trifft man an. In der Regel sind es 12, welche auf den ersteren sich finden und zwar auf denselben eng anliegend auf der centralen Seite verlaufen. Sie enden da, wo die Tentakelkanäle am Kalkring münden, während sie da, wo dieselben in den Ringkanal übergehen, spitz zulaufen und untereinander in Verbindung stehen durch eine auf letzteren verlaufende Lakune. Auch diese Blutlakunen sind Ausstülpungen, Aussackungen der Wandung der Tentakelkanäle. Ueber ihre Gestalt belehrt am besten ein Querschnittbild durch einen Tentakelkanal. (vergl. Figur 71). Mit susp. sind die Suspensorien bezeichnet, welche zum Oesophagus ziehen. Diesem zugekehrt, (also centralwärts), verläuft die Blutlakune (*bl*) zwischen den Suspensorien. Ihr Querschnitt zeigt das Bild eines Parallelogrammes. Fast stets sind diese Lakunen prall erfüllt mit dem geronnenen Blute und den Blutzellen. Letztere sind von demselben Baue wie die in den Darmlakunen angetroffenen. Die Wandung der Blutlakunen weicht nun in vieler Hinsicht ab von der des Tentakelkanales. Auf letzterem haben wir zu unterscheiden ein Plattenepithel auf der Peripherie. Hierauf folgt nach innen zu gelegen eine Längsmuskelschicht, die Bindesubstanz, eine Ringsmuskelschicht und endlich das den Holraum des Kanales auskleidende Wimperepithel. (vergl. Figur 72, welche ein Stück des Querschnittsbildes Figur 71 stärker vergröfsert wiedergiebt). Dasselbe Epithel, welches auf dem Tentakelkanal sich findet, überzieht auch die Blutlakune. Da jedoch, wo die letztere inserirt, hört die Längsmuskularis auf, sodass die laterale Fläche der Lakune keine Muskulatur besitzt. Anders ist es mit der central gelegenen Wandung. Unterhalb des Innenepithels (Figur 72 e^1) trifft man auf eine Längsmuskelschicht (*lm*), welche da, wo die Wandung der Blutlakune übergeht in die des Tentakelkanales der Ringsmuskularis des letzteren Platz macht (*rm*). Auf durch die Lakune gelegten Längsschnitten überzeugt man sich hiervon in gleicher Weise. Ich verweise an dieser Stelle noch auf den Holzschnitt auf Seite 31, wo die Blutlakune (*blg*) eingezeichnet worden ist. Nach dem Ringkanal zu verschmälern sich die zwölf Lakunen, um auf der Peripherie desselben durch eine ringförmig verlaufende Blutlakune zu kommuniciren. Wir können also hier von einer Ringlakune (Ringgefäfs) sprechen. Es ist diese aber

wenig entwickelt. In ihrer Wandung verläuft eine Ringsmuskelschicht. — Besteht nun zwischen den beiden Darmlakunen und den Tentakelkanallakunen ein Zusammenhang? Nachweisen konnte ich denselben nicht, dennoch glaube ich ihn annehmen zu müssen. Die dorsale Darmlakune lässt sich bis an den Schlund verfolgen; sie hört mit dem Mesenterium auf, welches am Kalkring inserirt. Da nun der Steinkanal am Mesenterium befestigt ist, also auch das letztere mit dem Ringkanal in Zusammenhang steht, so ist hierdurch nicht unwarscheinlich, dass auch die im Mesenterium verlaufende Blutlakune mit jenen der Tentakelkanäle in Zusammenhang steht.

Die Plasmawanderzellen.

Sowol bei Synapta digitata, überhaupt den fufslosen Holothurien, als auch bei den Pedaten trifft man wandernde Zellen in den Geweben und den Holräumen des Körpers an. In der Leibeshöle wie in den Blutlakunen treten sie auf und sind in der Bindesubstanz fast immer anzutreffen. Wegen ihrer Beschaffenheit wie ihres Vorkommens an den verschiedensten Orten im Holothurienkörper habe ich diese Gebilde als Plasmawanderzellen beschrieben. Es sind das dieselben Zellen, welche Semper[1]) bei der Betrachtung der Bindesubstanz mit bespricht und als Schleimzellen aufführt. Er vermutete, dass aus ihnen der Schleim herrüre, den die Holothurien nach Berürung von sich geben. Nachdem ich aber in der Haut zweierlei Formen von Drüsenzellen nachgewiesen habe und wir diesen die Schleimabsonderung zuschreiben müssen, glaube ich, wird jene erste Anschauung nicht mehr aufrecht erhalten werden können[2]). Die Plasmawanderzellen sind von bald rundlicher, bald ovaler Gestalt, bald mit Pseudopodien versehen. Ein runder Kern liegt in der Mitte der Zelle. Das Zellplasma ist fein granulirt. Was nun die Gröfse der Zellen und des Kerns anlangt, so gleichen sie hierin den Blutzellen. Der Unterschied zwischen Plasmawanderzelle und Blutzelle liegt nur in der feinen Körnelung der ersteren, welche dem Plasma der letzteren abgeht und welche von einer Einlagerung kleinster Körnchen herzurüren scheint. Beide Zellarten bewegen sich nach

---

[1]) Holothurien, p. 110 u. 164 u. a. O. —

[2]) Auch Danielssen und Koren bezeichnen diese Gebilde als Bindegewebszellen; Fra den Norske Nordhavsexpedition. Echinodermer. in Nyt Magaz. f. Naturvid. Band 25.

Amöbenart, wie Semper bereits für die Blutzellen beschrieben hat. Es ist mir sehr warscheinlich, dass die Plasmawanderzellen und die Blutzellen nur verschiedene Entwicklungszustände einer und derselben morphologischen Bildung sind. Dafür spricht ihre gleiche Gröfse und die des runden Kernes. (Plasmawanderzelle 0,0075 mm., Kern 0,0028 mm. grofs). Wärend die Blutzellen in der Wandung des Darmes und selbstverständlich in der Blutflüssigkeit vertreten sind und auch in der Leibeshöle angetroffen werden, beobachtet man die Plasmawanderzellen in der Bindesubstanz in allen Körperregionen, seltener in den Blutlakunen, in der Leibeshöle und auch in dem Inhalt der Wassergefäfse. Sind beide Zellformen verschiedene Entwicklungsstadien, so sind sie gewiss auch mit verschiedenen physiologischen Leistungen betraut. Welche dies freilich sind, darüber lassen sich zur Zeit nur vage Vermutungen aufstellen. Um sich aber hierüber in Deutungen zu ergehen, ist es nötig genau festzustellen, in welcher Häufigkeit die Wanderzellen in den verschiedenen Geweben und Orten des Körpers vorkommen. Die Wandung des Ringkanales, der Tentakelkanäle und der Polischen Blase zeigt die Plasmawanderzellen in gröfster Anhäufung. In der Bindesubstanz sind sie an den angegebenen Orten allerwärts zu finden. Neben ihnen trifft man die Blutzellen. Besonders gilt dies von der Polischen Blase. Oft ist es mir nicht gelungen zu entscheiden, ob man es mit einer Plasmazelle, oder Blutzelle zu tun habe, so sehr gleichen sich beide Gebilde. In den Suspensorien, welche zwischen Oesophagus und Ringkanal oder Tentakelkanälen ausgespannt sind, findet man sie ebenfalls mit den Blutzellen zusammen in grofser Menge. Die Suspensorien sind runde Stränge, deren Axe aus Bindesubstanz besteht, welcher eine Längsmuskelschicht aufliegt. Die Peripherie wird von demselben Plattenepithel überzogen, welches auf dem Darm und dem Ringkanal u. s. w. angetroffen wird.

In verhältnissmäfsig wenig Exemplaren trifft man unsere Wanderzellen in der Cutis an. Nur sehr vereinzelt treten sie hier auf. In der Mundscheibe ist es anders. Hier findet man sie in gröfserer Menge oft zu Ballen vereinigt. So sind ja die sogenannten Augen der Synapten nichts anderes als Ansammlungen von Plasmazellen, die ein Pigment tragen und in der Bindesubstanz liegen.

Am Darmkanal trifft man Plasmawanderzellen im Oesophagus und Magen fast gar nicht an. Häufiger findet man sie im Dünndarm, welcher besonders die Blutzellen in überreicher Menge besitzt.

Alle diese Angaben gelten nur für das geschlechtsreife Tier. Um das Verhältniss zwischen Blutzellen und Plasmawanderzellen genau aufzuklären, wird man am jungen Tier vor allem Beobachtungen anzustellen haben, um zu sehen, inwiefern sich die beiden Gebilde beim Aufbau der Organe beteiligen.

Die grofsen körnerreichen Plasmawanderzellen, wie sie bei den Pedaten vorkommen, fehlen Synapta vollständig, wärend diese beiden Formen, grofse wie kleine besitzen. (vergl. weiter unten). Für die grofsen Zellen mit ihren Einschlüssen gilt wol auch eigentlich hauptsächlich die Semper'sche Benennung Schleimzellen, da er ja die eingelagerten Körner als Schleimtröpfchen deutete. —

Die Geschlechtsorgane.

Nur wenige Angaben liegen über den Bau dieser Organe vor. Die ersten genauen Mitteilungen sind uns von Quatrefages[1]) und Leydig[2]) geworden. Ersterer ist der Entdecker der hermaphroditischen Geschlechtsbildung der Synaptiden (Synapta Duvernaea) Leydig war es, welcher diese Angaben an Synapta digitata bestätigen konnte.

Nach Quatrefages findet man in den einzelnen Schläuchen in Längsstreifen angeordnete warzenförmige Erhebungen, welche durch Scheidewände in Kammern geteilt sind. Diese Warzenmassen stellen eine granulöse Masse vor, welche die Spermatozoen liefert. Dieser Darstellung schliefst sich Leydig an. Zwischen den Falten und Krausen dieser Längsstreifen liegen in Lücken die Eier, wie beide Forscher angeben. Als Bildungsmasse der Eier soll nach Quatrefages eine breiige Masse in der Axe des Schlauches sich finden.

Baur[3]) widerspricht den Beobachtungen beider genannter Forscher, one jedoch den waren Bau besser erkannt zu haben. Im Gegenteil bedeuten seine Angaben einen Rückschritt in der Kenntnis der Geschlechtsorgane. Auf seine Arbeit komme ich weiter unten zu sprechen.

---

[1]) Quatrefages, Memoire sur la Synapta du Duvernoy Annal. des sciences nat. Tom. 17, 1842.

[2]) Leydig, Anatomische Notizen über Synapta digitata, Müllers Archiv f. Anat. u. Physiol. 1852. pag. 514.

[3]) Baur, a. o. O. Abhandlung 1, pag. 48.

Semper[1]) verdanken wir noch einige histologische Notizen über Synapta recta. Die einzelnen Geschlechtschläuche werden von einem Wimperepithel überzogen, auf welches eine Tunika propria aus Bindesubstanz und muskulöse Ringfasern folgen. Nach innen folgen weiterhin Eikeime und Samenbildungsmassen und darüber noch ein dünnes Epithel. —

Als Ludwig[2]) im Jare 1874 seine Schrift über die Eibildung im Tierreiche veröffentlichte, konnte er über den Bau und die Entstehung der Eier nichts neues hinzufügen, als was ich soeben erwänt habe. In den letzten zehn Jaren sind histologische Untersuchungen nicht hinzugekommen.

Was nun den Bau der Geschlechtsorgane betrifft, so hoffe ich denselben klarstellen zu können, zumal mir verschiedene Entwicklungsstadien vorlagen.

Ueber den gröberen Bau unsrer Organe sind wir ja durch Baur unterrichtet. Es bestehen die Geschlechtsorgane aus cylindrischen Schläuchen, die sich meist dichotomisch verästeln und frei in die Leibeshöle flottiren. Zu beiden Seiten des Mesenteriums liegen diese Schläuche und vereinigen sich in zwei Hauptästen, welche wiederum dicht hinter dem Kalkring mit einander verschmelzen. Jetzt durchbricht der unpare Ausfürgang die Leibeswand, um auf der dorsalen Mittellinie unterhalb der Tentakel auf einer Papille zu münden. (Fig. 44).

Am geschlechtsreifen Tier ist die Länge der beiden Drüsenbäumchen sehr verschieden. An erwachsenen Exemplaren beträgt ihre Länge mehre Centimeter, wärend an jungen Tieren dieselben bedeutend kleiner sind. Solche noch unentwickelte Schläuche lagen mir vor. Der Durchmesser dieser bereits dichotomisch verzweigten Gebilde betrug bis 0,195 mm. bei mäfsiger Kontraktion der Schläuche, wärend an prall angefüllten Schläuchen, welche mit ausgebildeten Eiern und Sperma versehen sind, der Breitendurchmesser mehrere Millimeter beträgt.

Diese kleinen jungen Geschlechtsschläuche besitzen in ihrer Axe einen Kanal, dessen Breite auf 0,04—0,051 mm. angegeben werden kann. Auf dem Querschnitt durch ein solches Organ erkennt man folgendes. Die Peripherie wird von einem Plattenepithel überzogen, dessen Zellen ovale Kerne besitzen. Auf dieses Epithel folgt eine Lage von Längsmuskelfasern, welche streng

---

[1]) Semper, Holothurien, pag. 36.

[2]) In Arbeiten aus dem zoolog.-zootom. Institut in Würzburg 5. u. 6. Heft u. extra erschienen, Würzburg 1874.

parallel zu einander verlaufen und eine kontinuirliche Lage bilden. Nach innen folgt eine Ringsmuskellage, und hierauf eine Bindesubstanzschicht, welche von allen Geweben, welche die Wandung dieses Organes zusammensetzen, am stärksten entwickelt ist. Ihr Durchmesser beträgt ungefär 0,0357 mm. Diese Bindesubstanzschicht besteht aus Zellen, welche mit ihren Ausläufern in der Grundsubstanz liegen. Nach innen endlich folgt ein Epithel, welches durch die Gröfse seiner Zellen wie der Kerne derselben sich auszeichnet. Diese kubischen Zellen bergen in ihrem Centrum einen kreisrunden Kern, dessen Durchmesser äufserst wechselnd ist. Man trifft Zellen mit kleineren oder gröfseren Kernen an. Immer nimmt der Kern starke Mengen von Farbstoffen auf und erscheint sein Inneres stark gekörnt.

Der Durchmesser der Zellen beträgt 0,0076 — 0,0143 mm. wärend der grofse Kern, der von dem durchaus homogenen Protoplasma der Zelle umhüllt wird, zwischen 0,0042 und 0,0067 mm. schwankt. (vergl. Figur 50 und 51 auf Tafel IV.) Zwischen den grofsen Zellen finden sich hier und da kleinere abgeplattete Zellen, aus denen offenbar die grofsen hervorgegangen sind.

Ich wende mich nun sofort zur Beschreibung des entwickelten Geschlechtsschlauches, welcher Sperma und Eier enthält.

Bei Betrachtung eines reifen Geschlechtsorganes sieht man durch die Wandung die Eier hindurchschimmern, und zwar erscheinen sie in Längsreihen angeordnet. Schneidet man nun einen Schlauch der Länge nach auf, so sieht man in das Lumen derselben vorspringende Längsstreifen, wärend zwischen diesen die Eier angeordnet liegen, wie in Figur 53 zu sehen ist. Welche Beschaffenheit es nun mit diesen Längsstreifen hat, das erkennt man allein mit zu Hilfenahme von Schnitten durch das Organ. Es ist nötig und von Vorteil einen Schlauch zunächst zur Untersuchung su nehmen, welcher wenige Längsstreifen in seinem Innern erkennen lässt. Weshalb, das soll gleich klar werden. Ein Querschnittsbild durch einen Geschlechtsschlauch giebt Figur 54 wieder. Diese Figur soll der Beschreibung zu Grunde gelegt werden. Das erste was im Vergleich mit dem unentwickelten Organ in die Augen fällt, ist eine wulstförmige Bildung des Innenepithels, wie ich zunächst sagen will. Es sind das die bei der Betrachtung von aufsen bekannten Längsstreifen. Jeder der vier Wulste ist eingebuchtet.

Das Aufsenepithel besteht aus Zellen, deren Grenzen verwischt worden sind. Auf dasselbe folgt die Längs- und die Ringsmuskelschicht, ganz wie es beim unentwickelten Organ der Fall war.

Von besonderer Wichtigkeit ist nun die Bindesubstanzschicht, da in ihr junge wie reife Eier liegen. Dass dieselben nicht in ihr entstanden sind, sondern secundär zu liegen gekommen sind, leuchtet wol gleich von vornherein ein. An Stelle endlich jenes grofszelligen Epithels, welches den unentwickelten Schlauch auskleidete finden wir eine mehrschichtige Lage von Gebilden vor. (vergl. Figur 54 und Figur 56.) In der Tiefe dieser Gebilde lagern Zellen, welche denen gleichen wie wir sie schon kennen. Es sind die grofsen Epithelzellen des unreifen Schlauches. Bald trifft man sie in gröfserer Menge bald nur noch in geringerer an. Sie erzeugen einesteils die Spermazellen, runde Gebilde, welche centralwärts liegen und aus welchen die Spermatozoen entstehen. Wie entstehen aber die letzteren aus den Spermamutterzellen, und diese wiederum aus den grofsen Zellen? Soweit ich an conservirtem Material und nach Schnittpräparaten urteilen darf, lediglich durch Teilung. Die grofsen Zellen mit ihren kreisrunden Kern sind aber auch die Bildungszellen der Eizellen. Das glaube ich mit vollster Gewissheit aussprechen zu können.

Es entstehen aus diesen grofsen Epithelzellen die Eizellen in folgender Weise. Es tritt zunächst eine Trübung des bisher vollkommen hellen Plasmas ein. Körnchen lagern sich in dasselbe ein und indem der grofse Kern an Durchmesser zunimmt tritt die junge Eizelle über in die Bindesubstanz. Dass sie auf amöboide Weise sich bewegt, kann man an Schnitten gut sehen. In allen möglichen Formen, bald länglich oval, bald kreisrund tritt sie dem Beobachter entgegen. Es trübt sich das Plasma mehr und mehr und tritt jetzt eine helle Membran vom Durchmesser 0,00114 mm. an der ausgewachsenen Eizelle auf. Diese Membran besitzt keinerlei Zellen oder Kerne es ist nicht eine Follikelbildung vorhanden, wie bei den Apoden.

In der Bindesubstanz erscheinen die Eizellen vermittels Bindesubstanzzellen und deren Ausläufern befestigt, wie es Figur 55 zeigt. Die Zellen sind von spindlicher Gestalt und befestigen sich die verschiedenen Ausläufer derselben an der Wandung des Schlauches und an der Membran der Eizelle. Untersucht man nun Geschlechtsschläuche, die durch ihre Gröfse und Prallheit sich auszeichnen und an denen schon bei äufserlicher Betrachtung die Längsstreifen undeutlich zu erkennen sind, so ergiebt sich ein weit complicirteres Bild. Die Wulste sind vollständig unregelmäfsig geformt und die Bindesubstanz prall angefüllt mit Eiern, meist reifen und nur wenigen jungen dazwischen. Dann ist das Lumen des Schlauches

von den reifen Spermatozoen (Figur 57) bereits erfüllt und die grofsen Zellen, aus denen Ei und Spermamutterzelle hervorgehen, sind spärlich vertreten.

Die kleinsten Eizellen innerhalb der Bindesubstanz betrugen im Durchmesser 0,00571 mm., ihr Keimbläschen 0,00401 mm., der Keimfleck 0,0010 mm., wärend reife Eizellen einen Durchmesser von 0,13 mm. erreichen, das Keimbläschen = 0,058 mm., der Keimfleck = 0,0163 mm. —

Somit hätten wir eine Zellform, aus welcher durch Wachstum die Eizellen, durch Teilung die Spermamutterzellen hervorgehen. Diese Zellen kann man als Ureier bezeichnen. Es scheint, dass der Hermaphroditismus der Synaptiden das ursprüngliche ist und die Trennung der Geschlechter erst sekundär entstanden. Ob man nun die Synaptiden, überhaupt die Apoden ableiten soll von den Pedaten, wie es jetzt geschieht, dafür spricht manches; vieles aber dagegen. An einem anderen Orte werde ich dieser Frage näher treten, sobald mehr Formen untersucht worden sind. —

Noch einige Worte habe ich über den Ausfürgang der Geschlechtsorgane zu sagen. Derselbe besitzt im Inneren ein hohes Wimperepithel, durchbricht die Leibeswand, um auf einer Papille nach aufsen zu münden. Diese Geschlechtspapille liegt unterhalb der Tentakel. (vergl. Figur 44.) Eine Muskulatur besitzt der unpare Ausfürgang nicht, sondern unterhalb des Innenepithels folgt eine Schicht Bindesubstanz und hierauf das wimpernde Aufsenepithel mit seinen abgeplatteten Zellen. —

Die Bindesubstanz.

Die Bindesubstanz zeigt uns bei Synapta nichts wesentlich abweichendes von den bei den Pedaten sich findenden Verhältnissen, wie ich sie weiter unten schildern werde. Nur in der Körperwand kommt es zu abweichenden Bildungen, im Allgemeinen ist die Bildung der Bindesubstanz immer die gleiche. Die Ansichten, welche bisher über dieselbe bei den Holothurien gang und gäbe waren, und die von Semper[1]) herrüren, kann ich in keinem Falle bestätigen. Nach ihm besteht dieselbe aus einer Grundsubstanz, der Interzellularsubstanz, Fasern und verästelten Zellen. Die erstere wird als hyalin beschrieben. In ihr treten die Fasern teilweise durch Verdichtung auf, wärend die verästel-

[1]) Semper, a. o. O.

ten Zellen, die sich wenig bewegen sollen, „unter einander durch ihre Fasern in Verbindung zu stehen scheinen". Nach Baurs [1]) Angaben ist die Bindesubstanz „deutlich fibrillär" und lässt sich spalten. Er unterscheidet feine netzförmige Fasern und dazwischen kleine kernartige Körperchen, die bei Behandlung mit Essigsäure auftreten. Als Schleimzellen fürt Semper unsere Plasmawanderzellen auf, die er zur Bindesubstanz gehörig betrachtet. — Ich unterscheide drei verschiedene Bildungen der Bindesubstanz, erstens die einfache fibrilläre Bindesubstanz, die netzförmige Bindesubstanz und drittens Bindesubstanz in welcher Fibrillenbündel sich finden. Diese drei Arten stehen sich nicht als von einander geschieden gegenüber, sondern zeigen mehrfache Uebergänge. —

Die typische Bindesubstanz besteht bei Synapta aus spindlichen und sternförmigen Zellen, die mit ihren Ausläufern in einer Intercellularsubstanz von durchaus homogener Form verlaufen. Die spindelförmigen Zellen haben wir in zwei Gruppen zu unterscheiden; zwischen gewönlichen kleinen Zellen finden sich gröfsere eingestreut, wie gleich zu schildern ist.

Die innere Bindesubstanz des Oesophagus wäle ich zur Schilderung der einfachen fibrillären Bindesubstanz. Die Zellen sind von spindlicher Gestalt. An den Polen der Spindel entspringen die beiden Ausläufer, welche parallel zur Schlundaxe verlaufen. Die ganze innere Bindesubstanz besteht aus solchen Zellen mit ihren Ausläufern, welche dicht gedrängt an einander liegen in nur gering entwickelter Intercellularsubstanz. Um den ovalen Kern liegt das fein granulirte Zellprotoplasma, welches in die Ausläufer übergeht one das eine Grenze zwischen Zellleib und letzterem existirte.

Im Drüsenmagen sind wenig Zellen mit ihren unregelmäfsig verlaufenden Ausläufern in der Intercellularsubstanz vertreten. Auch hier sind die Zellen von meist spindlicher Form. Unter ihnen beobachtet man zwei Formen, welche sich durch ihre Gröfse und die des Kernes von einander unterscheiden. Schwierig ist es die Gröfse der Zellen zu bestimmen, da die Ausläufer nicht scharf abgesetzt sind vom Zellleib.

Bei den kleineren und häufigeren Zellen besitzt der Kern einen Längsdurchmesser von 0,00499—0,00571 mm. und eine Breite von 0,0014—0,0021 mm., wärend die Kerne der gröfseren Zellen ein Längsdurchmesser von 0,00714 mm. und ein Breitendurchmesser

---

[1]) Baur, a. o. O. p. 19. Abhdlg. 1.

von ungefär 0,00428 mm. zukommt. Uebrigens scheinen sich zwischen beiden Extremen Zwischenformen zu finden.

Auffallend abweichend ist die Bindesubstanz im Dünndarm gestaltet. Hier bilden die Zellen mit ihren mit einander anastomosirenden Ausläufern ein Netzwerk, zwischen dessen Maschen die Blutflüssigkeit eindringen kann, welche für gewönlich in gröfseren Lücken der inneren Bindesubstanz verläuft.

Die Zellen sind in diesem Abschnitt von sternförmiger Gestalt und besitzen einen Durchmesser von etwa 0,00856 mm. wärend wiederum zwei hauptsächlich durch die Gröfse ihres Kernes unterschiedene Zellformen zu nennen sind. Abweichend von den Bindesubstanzzellen im Schlund und Magen, sind die Kerne der Zellen im Dünndarm kreisrund. (Durchm. der kleineren = 0,0030 mm., der gröfseren Kerne = 0,0050 mm.) In gleicher Weise sind die Zellen im Rektum gebildet. Nur kommen hier noch spindlige Zellen vor, und sind die Zellausläufer nicht mehr zur Bildung eines Maschennetzes zusammengetreten, sondern verlaufen unregelmäfsig, bald parallel zur Längsaxe des Rektums, bald ringförmig. —

In der Mundscheibe sind die Bindesubstanzzellen wie in den Tentakeln von spindelförmiger Gestalt; nur hier und da trifft man sternförmige Zellen an. Ihre Ausläufer bilden ein unregelmäfsiges Netzwerk; in der Tentakelwandung verlaufen sie meist mit den Längsmuskelfasern parallel. Im gröfsten Teile der Leibeswand trifft man aber folgende Bildung an. Die Ausläufer verlaufen in derselben zu Bündeln vereint. (vergl. Figur 69.) Es scheint, als ob eine Zelle ein solches Bündel gebildet hätte. Die Zellen liegen dem Fibrillenbündel aufsen auf. In der Figur sieht man einige dieser Gebilde auf dem Querschnitt getroffen, andere der Länge nach verlaufend. Diese Fibrillenbündel fehlen nur im hinteren und vorderen Leibesende. Im mittleren Teile der Leibeswand sind sie so angeordnet, dass ein Teil ringförmig, der andere in der Richtung der Körperlängsaxe verläuft. Die Bindesubstanz der Leibeswand unterhalb der Tentakel zeigt ein Bild, wie es in Figur 67 dargestellt ist, meist spindlige Zellen, welche mit ihren Ausläufern selten anastomisiren und unregelmäfsig verlaufen.

Eine kurze Besprechung verdient die Bindesubstanz der Suspensorien, welche zwischen Leibeswand und Rektum, Oesophagus und Wassergefäfssystem sowie dem Kalkring ausgespannt sind. Es sind diese Gebilde Stränge von runder Gestalt. Ihre Axe wird von der Bindesubstanz gebildet, welcher eine Lage von Längs-

muskelfasern und ein die Peripherie überziehendes Epithel aufliegt. Die Bindesubstanzfibrillen verlaufen parallel der Längsaxe des Aufhängebandes. Eine grofse Anzahl von Pigmentanhäufungen finden sich in ihr vor. In gleicher Weise gilt das von der Bindesubstanz, welche in den Wandungen des Ringkanales und der Tentakelkanäle sich findet. Auch diese ist als fibrillär zu bezeichnen. —

Einen abweichenden Bau trifft man in den beiden Darmlakunen und dem Mesenterium an.

Das Lumen einer Darmblutlakune wird von einer dünnen Membran begrenzt. Nach aufsen von derselben liegen die Längsmuskelfasern und ein Plattenepithel. Diese Bindesubstanzmembran zeigt frei gelegt folgenden Bau. In einer Intercellularsubstanz sind spindlige oder sternförmige Zellen gelagert, welche mit ihren Ausläufern anastomosiren. (Figur 37.) Die Zellen besitzen einen kreisrunden Kern, der von dem fein granulirten Zellenplasma umhüllt wird. Aenliche Bildungen finden wir im dorsalen Mesenterium wieder. Es ist dasselbe ein dünnes Häutchen, welches Leibeswand und Darmwand verbindet. Die Bindesubstanz der ersteren geht in die des Mesenterium über, welche am Schlunde zusammenhängt mit der äufseren Bindesubstanzschicht seiner Wandung, am Dünndarm jedoch mit der inneren. —

Das Mesenterium, dessen Axe von der Bindesubstanz gebildet wird, besitzt auf beiden Seiten Muskelfibrillen aufgelagert und ein Plattenepithel, welches in das Leibeshölenepithel übergeht und wie dieses wimpert. Die Zellen liegen hier nicht in einer Ebene, sondern es durchkreuzen ihre Ausläufer die Grundsubstanz nach allen Richtungen, teilweise mit einander anastomosirend.

Netzförmige fibrilläre Bindesubstanz trifft man im Kalkring und in der Leibeswand an denjenigen Stellen, an welchen die Anker liegen. Figur 75 zeigt ein Stück des entkalkten Kalkringes. Das Gerüst, in welchem die einzelnen Kalkstückchen suspendirt waren, ist aus sternförmigen Zellen gebildet, deren kurze Ausläufer mit einander anastomisiren. Auf diese Weise kommt es zur Bildung eines eigentümlichen Maschennetzes. In ein änlich gebildetes Maschenwerk sind die Kalkanker mit ihren Platten gelagert. Dicht unter der Körperepidermis findet man solch maschenförmig umgebildete Bindesubstanz vor. Die Kalkanker werden auf gleiche Weise erzeugt innerhalb der letzteren, wie die mannichfaltigen anderen Kalkbildungen, die wir bei den Holothurien antreffen. Die Ankerform ist zwar an sich merkwürdig, in

Anbetracht jedoch der äufserst mannigfaltigen Formen, welche Kalkgebilde bei diesen Tieren annehmen können, meiner Meinung nach ebenso verständlich wie etwa die Stülchen, Rädchenformen und wie die anderen verschiedenen Bildungen alle benannt sein mögen, es sind. Dass das Hervortreten der Anker und über die Hautoberfläche Hinausragen ein nur zufälliges ist, darauf haben schon Quatrefages und Semper hingewiesen. Es kommen nun diese Kalkanker bald zwischen den Tastpapillen bald im Grunde von Hautpapillen liegend vor. Im letzteren Falle sind die Hautpapillen jedoch lediglich Erhebungen der Leibeswand, one dass ein Nerv zu ihnen hinzuträte. Es ist Sempers Ansicht, dass diese Papillen Sinnesorgane seien, deshalb nicht haltbar.

An dieser Stelle will ich noch andere Kalkgebilde erwänen, welche in der Bindesubstanz vorkommen. Dies sind die schon Joh. Müller[1]) bekannten biskuitförmigen Kalkkörper. Besonders stark vertreten sind sie in den fünf Radialmuskeln. Hier liegen sie zwischen den Längsmuskelfasern in der Bindesubstanz welche die Interstitien zwischen denselben ausfüllt. Die Bindesubstanz besteht hier aus Zellen, welche mit ihren feinen Ausläufern in einer reichlich entwickelten Grundsubstanz liegen. Die biskuitförmigen Körper besitzen einen Durchmesser von 0,0163 mm. bis 0,0228 mm. Es sind Kalkplatten, um die es sich handelt. Von der Seite betrachtet erkennt man ihren geringen Dickendurchmesser. Er beträgt 0,0032 mm. Dieselben Gebilde trifft man in grofser Menge auch in den Suspensorien des Schlundes.

An dieser Stelle will ich auch die Kalkstäbe nennen, welche an den Radialnervenstämmen in der Bindesubstanz der Leibeswand gelagert liegen. Auf Querschnittsbildern sieht man wie lateralwärts also in der dem Deckepithel aufliegenden Bindesubstanzlage diese Kalkstäbe gelagert sind. (Länge bis 0,199 mm. Breite 0,0028 mm.) (siehe Figur 18.)

Was nun die Einlagerungen in der Bindesubstanz betrifft, so ist folgendes zu bemerken. Wenn man die innere Leibeswand oder die Wandung des Ringskanales oder der Tentakelkanäle durchmustert, so fallen kugliche anscheinend von Körnchen herrürende schwarze Flecken auf, welche oft dicht nebeneinander gelagert sind. Diese Flecken rüren von Einlagerungen her, welche sich in der Bindesubstanzschicht der betreffenden Organe

---

[1]) Synapta digitata, pag. 1.

finden. Um über ihre Natur klar zu werden, muss man sie im ungefärbten Zustande untersuchen. Dann zeigt sich, dass diese meist kugelrunden schwarzen Gebilde (vergl. Figur 70) Ansammlungen eines schwarzen körnigen Pigmentes sind um ein helles Centrum. An allen Stellen, wo ich auch immer diese kuglichen Haufen untersuchte, war der Bau der gleiche. Innerhalb des ungefär 0,01304 mm. — 0,0194 mm. im Durchmesser messenden, kuglichen Gebildes liegt eine orange gefärbte Kugel, die durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen auffällt. Dieses orange gefärbte Gebilde gleicht einem Oeltröpfchen. Es blieb sowol in Alkohol wie in Chloroform gänzlich unverändert, nahm jedoch eine rötliche Färbung in Essigkarminlösung gebracht, an. Durch Zerdrücken wird diese orange Kugel von den schwarzen Körnern befreit und kann ihr Durchmesser mit 0,00252 — 0,0041 mm. angegeben werden. Aufserdem kommen noch in der Bindesubstanz Ansammlungen von gelb gefärbten Körnermassen vor, die wol als Ausscheidungsprodukte anzusehen sind. —

II. Abschnitt.

Die Pedaten.

Im Folgenden will ich aus der Histologie dieser Gruppe nur solche Kapitel herausheben, welche im Vergleich mit Synapta, den Apoden, von besonderem Interesse sind. In erster Reihe kommt das Nervensystem in Betracht, dann der Bau der Blutlakunen, sowie die Muskulatur und die Bindesubstanz. Hieran sollen noch einige Bemerkungen über die Plasmawanderzellen und über den Steinkanal und die Madreporenplatte hinzugefügt werden.

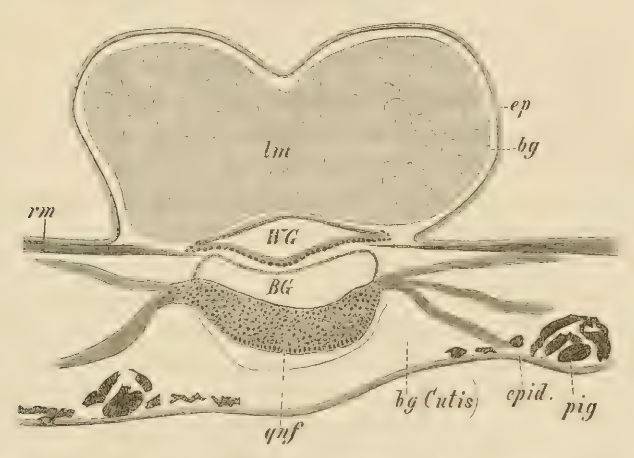
Das Material an pedaten Holothurien beschränkte sich auf Cucumaria cucumis Risso, Cucumaria Planci Brandt, Holothuria Polii, und Holothuria tubulosa Gmel. Die vorletzte Art lag mir in lebenden Exemplaren vor. —

Das Nervensystem.

Das Nervensystem der Pedaten setzt sich zusammen aus dem Gehirnring, den fünf Radialnervenstämmen, den Tentakelnervenästen und dem Oesophagealnervenast. Hierzu kommen die pe-

ripheren Nervenendigungen in den Füfschen und Rückenpapillen sowie den Tentakeln und der zwischen den Füfschen gelegenen Haut.

Was nun zunächst die Zusammensetzung der Nervenstämme und ihrer ringförmigen Verbindung, des Gehirns anlangt, so ist dieselbe vollkommen übereinstimmend mit der der Apoden, speciell Synapta. Wir finden das Deckepithel mit seinen Fortsätzen wieder und zwischen letzteren die Nervenfibrillen.



Querschnitt durch die Leibeswand (Ambulacrum) von Cucumaria Planci.

Es bedeuten: *epid.* Epidermis; *bg.* (Cutis) die Lederhaut; in ihr verläuft der auf dem Querschnitt getroffene Radialnervenstamm (*qnf.*); *Bg.* = Radialblutlakune; *WG.* Radialwassergefäfs; *rm.* = Ringsmuskelschicht der Körperwand; *lm.* = Einer der fünf Längsmuskeln derselben; *ep.* = Leibeshölenepithel. —

Ein Querschnitt durch die Leibeswand, welcher radial gefürt ist, vergegenwärtigt am besten den Bau des Nervenstammes (vergl. Holzschnitt). Auf das Körperepithel (*epid.*) folgt die mächtig entwickelte Cutis, auf welche die Ringsmuskularis und nach aufsen von dieser das die Leibeshöle auskleidende Epithel liegt. In den fünf Radien verlaufen die fünf Blutlakunen, die fünf Wassergefäfse, die Nervenstämme und die in die Leibeshöle weit hervorragenden Längsmuskelbündel. — Der Nervenstamm liegt in der Cutis eingebettet und erscheint auf dem Querschnitt als halbmondförmige Figur (*qnf.*) Von ihm gehen rechts und links Nervenzüge ab, die teilweise zur Muskulatur, teilweise aber zur Körperepithelschicht ziehen. Das Deckepithel erkennt man in der Figur und ebenso die Fortsätze seiner Zellen, die senkrecht den Nervenstamm durchsetzen. Die Nervenfibrillen sind, weil auf

dem Querschnitt getroffen, als fein punktirte Masse sichtbar und nur in den seitlich abgehenden Nervenzügen verfolgt man die Fasern. Centralwärts vom Nervenstamm liegt die Radialblutlakune, die eine Lüke in der Bindesubstanz (Cutis) darstellt. Nach innen von dieser Lakune liegt das Wassergefäfs, dessen laterale Wandung Längsmuskelfasern trägt, wärend sie der central gelegenen Wandung fehlen.

Dieselbe Zusammensetzung wie die Radial- (Ambulacral-) Nervenstämme zeigt uns das Gehirn. Auch in Betreff der Ganglienzellen haben wir dasselbe zu berichten, wie oben bei Synapta geschehen ist.

An die Stelle der Tastpapillen der Apoden sind bei den füfschentragenden Formen die Nervenendplatten auf den Füfschen getreten.

Zur Untersuchung der Nervenendigungen in den Füfschen eignet sich aus mehrfachen Gründen Holothuria Polii. am besten. Das Genus Holothuria gehört zu den Aspidochoroten und besitzt aufser den Saugfüfschen, welche auf der Bauchseite zerstreut stehen, auf der Dorsalseite pyramidenänliche Füfschen, die sich in mancherlei Hinsicht von ersteren unterscheiden. Wärend diese zum Ansaugen dienen, ist dies bei den Pyramidenfüfschen nicht der Fall. Sie sind konisch zugespitzt und tragen keine Saugscheibe. Diese Gebilde sind rein weifs gefärbt, wärend nur der basale Teil des Füfschen dem Körper an Farbe gleicht, also tiefschwarz erscheint. Auf der Spitze tragen diese Pyramidenfüfschen[1]) eine kreisrunde schwarz gefärbte Platte oder Scheibe. Dieser oberste Teil kann sich nun in das Füfschen zurückziehen, wie in Figur 27 zu erkennen ist. Dieses Bild zeigt einen Längsschnitt durch das obere Ende mit der eingestülpten kalbkugeligen Platte (*sch.*) Das die Pyramide überziehende Epithel setzt sich am Apikalende in das des halbkugeligen Endes fort. Die Epithelzellen, welche dasselbe zusammensetzen, zeichnen sich durch ihre Länge aus. Es sind feine fadenförmige Zellgebilde, welche den ovalen Kern in einer Anschwellung tragen und basal sich in feine Fortsätze verlängern. Zwischen ihnen kommen keinerlei Drüsenzellen vor, wol aber im übrigen kleinzelligen Epithel. Hier sind es die Becherdrüsen, die uns schon von Synapta bekannt sind, wo ich dieselben des genaueren geschildert habe. Unterhalb der

---

[1]) vergl. die Abbildungen, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. XXXIX Tafel 20, Figur 1—3.

feinen Epithelzellen endet der Nervenzug des Pyramidenfüfschens mit einer plattenförmigen Ansammlung von Nervenfibrillen, zwischen denen die feinen basalen Fortsätze der Epithelzellen verlaufen. —

Der Nervenstrang selbst erscheint auf dem Längsschnitt als bandförmiges Gebilde, welches in der Bindesubstanz eingelagert ist. Er setzt sich zusammen aus dem Deckepithel mit seinen Fortsätzen, zwischen denen die parallel verlaufenden Nervenfasern angetroffen werden, welche eben unterhalb der Epithelzellen als Platte sich ausbreiten und in denselben endigen. Diese Zellen sind also als Epithelsinneszellen anzusehen. Sehr schwer gelingt eine Isolirung der einzelnen Sinneszellen. Nur bei grofser Geduld wird es möglich sich von der Zusammengehörigkeit der Nervenfasern und Sinneszellen zu überzeugen. In der Figur erscheint das Pigment nur teilweise entfernt, sodass die Zellen nicht vollkommen deutlich hervortreten. Zwischen den Nervenfasern sind Ganglienzellen regellos zerstreut, in welchen der grofse Kern nur von wenig Plasma umhüllt wird.

Der Nervenzug liegt auf der Längsmuskularis, auf welche das Epithel folgt, welches das Lumen des Füfschens auskleidet. Die Cutis besteht aus fibrillärer Bindesubstanz mit reichlich vorhandenen Plasmawanderzellen. In ihr trifft man Kalkkörper von radförmiger und stangenänlicher Gestalt an.

Ein ähnliches Verhalten zeigt sich uns bei Betrachtung der eigentlichen Saugfüfschen. In jedem solchen Organ verläuft ein Nervenzug von der angegebenen Bildung. Das Epithel der Saugplatte besteht aus cylinderförmigen Zellen, welche mit ihren feinen Fortsätzen übergehen in eine Nervenfaserschicht, welche unterhalb derselben sich findet und zusammenhängt mit dem Nervenzug, und aus gleichfalls cylindrischen Zellen, deren stärkere Fortsätze die Nervenfaserschicht durchsetzend in der Bindesubstanz verlaufen. Die ersteren Zellen sind als Sinneszellen, letztere etwa als Stützzellen zu bezeichnen.

Von besonderem Interesse ist aber der Bau der Tentakel. Rings um den Mund stehen eine Anzahl von schildförmigen Tentakeln, an welchen ein basaler Teil als Stiel von dem oberen mit kleinen Köpfchen besetzten Teile zu unterscheiden ist. In jeden Tentakel findet sich ein Kanal, welcher Aeste entsendet in die einzelnen Köpfchen; diese enden blind in denselben. Die Peripherie der Tentakel wird von dem gewönlichen Körperepithel überzogen, und nur auf den Köpfchen macht dieses Platz einen Cylinderepithel. Unterhalb des Epithels findet sich die Binde-

substanz. Nach innen von dieser trifft man die Längsmuskularis und die die Kanäle auskleidende Epithelschicht.

Das Epithel der Köpfchen besteht aus feinen fadenförmigen Gebilden, welche sich in Fortsätze verlängern. Es gelingt nun an Macerationspräparaten zweierlei Zellarten zu unterscheiden, indem bei der einen die Fortsätze ziemlich stark entwickelt sind und senkrecht verlaufen, wärend bei der anderen Art, den Sinneszellen feine sich verzweigende Fibrillen sich zeigen, in welchen die Zellen sich verlängern. Diese Fibrillen bilden unterhalb der Sinneszellen eine Schicht, welche mit dem Tentakelnerven, das heifst mit den in die Köpfchen fürenden Verzweigungen desselben, in Verbindung stehen. Auf Längsschnitten trifft man dieses Nervenfibrillengeflecht als eine teils fein gekörnte, teils gestreifte Schicht, je nachdem die Fibrillen der Quere oder der Länge nach durch den Schnitt getroffen sind. Besonders schön tritt sie hervor nach Färbung mit Essigkarmin.

Was nun die Epithelstützzellen anlangt, so enden die Fortsätze derselben unterhalb des Nervengeflechtes. Figur 88 zeigt die Epithelschicht eines Köpfchens mit dem Nervengeflecht. Einzelne Zellen sind durch Maceration isolirt worden.

Nervenendigungen sind bisher in den Tentakeln nicht beschrieben worden. Semper beschreibt einmal die langen Epithelzellen der Endschichten der Füfschen und der Endäste der Tentakel und stellt diese cylinderförmigen Zellen in Parallele mit jenen Zellen, welche er in den Hauptpapillen einer Anapta gefunden hatte. Dass diese Anschauung den Tatsachen entspricht, glaube ich bewiesen zu haben [2]).

---

[1]) Holothurienwerk, pag. 153.

[2]) Einer Arbeit von Semon (Nervensystem der Holothurien, Jenaische Zeitschrift Band XVI. 1883) muss ich hier gedenken. Dieser Autor hat gleichfalls die Tentakel von Holothuria Polii untersucht. Die Epithelschicht mit ihren cylinderförmigen Zellen (vergl. meine Figur 88 und seine eigene Tafel II, Figur 16) hat ihm jedoch zu eigentümlichen Deutungen Anlass gegeben. Die Cuticula, welche den ganzen Körper sowie auch die Tentakel mit ihren Köpfchen überzieht, beschreibt er als membranöse Hülle. Der periphere Teil der Cylinderzellen (bis zum Kern) wird als Faserschicht (!) die Kerne der Zellen, welche in Anschwellungen der letzteren liegen, als Zellschicht bezeichnet! Das Epithel (also die Kerne der Zellen) soll mehrschichtig sein. In gleicher Weise schildert uns Semon die Endplatten der Saugfüfschen von Holothuria Polii (vergl seine Tafelerklärung.)

Der Darmkanal und seine Blutlakunen.

a) Cucumaria cucumis.

Der Darmkanal der Pedaten zerfällt in dieselben Abschnitte wie ich sie von Synapta geschildert habe.

Der Oesophagus, der sich bei Cucumaria an seiner Basis trichterförmig verengt, fällt durch seine dunkle Färbung auf. Bei Cucum. cucumis ist derselbe tiefschwarz durch einen im innern Epithel sich vorfindenden Farbstoff gefärbt. Die Epithelzellen selbst, welche das Lumen des Schlundes auskleiden, sind von fadenförmiger Gestalt. Die Zellen laufen spitz zu, ihre Länge beträgt ungefär 0,055 mm. Eine schwach entwickelte Ringsmuskelschicht folgt auf dasselbe, zu welcher an der Basis des Oesophagus noch der Länge nach verlaufende Muskelfasern auftreten. Diese Schicht nimmt mehr und mehr zu, um im Magen, etwa in dessen Mitte die gröfste Entwicklung zu erreichen. Nach aufsen folgt die äufsere Bindesubstanzschicht und das den Darmkanal aufsen überkleidende Plattenepithel. In der äufseren Bindesubstanzschicht trifft man Lücken an, welche mit einander in Zusammenhang stehen und als Blutlakunen zu deuten sind (vergl. Figur. 81). Im zweiten Abschnitt dem Magen treten keine Drüsenzellen auf. Ueberhaupt fehlen diese Gebilde bei Cucum. cucumis im Darm in auffallender Weise. Im Magenteil kommt eine schwach entwickelte innere Bindesubstanzschicht zuerst zur Beobachtung. Sie liegt zwischen Innenepithel und Längsmuskelschicht und gewinnt mehr und mehr an Ausdehnung, welche sie bis zur Afteröffnung beibehält. Im Magen erreicht die Muskulatur, Rings- wie Längsschicht, eine starke Entwicklung, wärend im Dünndarm beide nur sehr gering entwickelt sind. Die Aufeinanderfolge der den Dünndarm zusammensetzenden Schichten ist aus Figur 41 zu erkennen. Das Innenepithel wird gebildet von feinen cylindrischen Zellen, in welchen der Kern der Mitte genähert liegt. Der Inhalt derselben ist fein granulirt. Zwischen ihnen trifft man gelbe Ballen an, deren Inhalt gekörnt ist. Zur Narungsaufnahme scheinen diese Gebilde in Verbindung zu stehen. Vielleicht sind es Ausscheidungsprodukte.

Nach aufsen vom Innenepithel folgt die innere Bindesubstanzschicht, welche von Holräumen durchzogen wird, in welchen die Blutflüssigkeit (*blf*) cirkulirt. In der Figur sind in grofser Anzal

Blutzellen zu erkennen, welche sich in den Lakunen finden. Eine schwach entwickelte Längs- und Ringsmuskelschicht und das Aufsenepithel folgen weiterhin nach aufsen.

b) Der Darmkanal von Holothuria tubulosa.

In vielen Stücken weicht der Darmtraktus dieser Art von dem der übrigen Pedaten ab, sodass eine ausfürlichere Besprechung notwendig wird.

Schneidet man den Darmkanal der Länge nach auf, so treten längsverlaufende Streifen in seiner inneren Wandung entgegen. Im Oesophagus und Magen verlaufen dieselben parallel zu einander. Der Dünndarm besitzt gleichfalls solche Falten seiner inneren Wandung; dieselben sind aber von ganz unregelmäfsiger Gestalt. An der Grenze der einzelnen Darmabschnitte gehen die Falten nicht in einander über, sondern es hören plötzlich die wellenförmigen parallelen Streifen auf, um den unregelmäfsigen Faltungen des Dünndarmes zu weichen. Auf Querschnitten finden wir diese Bildungen als in das Lumen hervorspringende Wülste wieder.

Was nun den Oesophagus als ersten Abschnitt des Darmkanales anlangt, so fällt seine Aenlichkeit in der Bildung der einzelnen ihn zusammensetzenden Gewebe mit dem gleichen Abschnitt von Synapta auf. Besonders ausgebildet ist die innere Bindesubstanzschicht, wärend beispielweise bei Cucumaria das gerade Gegenteil zu konstatiren war. Der Oesophagealnerv erscheint als schmales Band der Längsmuskulatur aufliegend. Auf diese folgt die Ringsmuskelschicht, eine ganz gering entwickelte äufsere Bindesubstanzschicht und das Aufsenepithel. Eine 0,00163 mm. im Durchmesser hohe Cuticula liegt auf dem Innenepithel welches aus cylindrischen Zellen besteht. Die Suspensorien, welche vom Oesophagus ausgehen, sind direkte Fortsetzungen der äufseren Bindesubstanzschicht, lange meist runde Stränge, deren Aufsenepithel übergeht in das des Darmkanals.

Der zweite Darmabschnitt ist der Magen, oder wie ich gleich sagen will, der D r ü s e n m a g e n. Sein Innenepithel zeichnet sich durch die Länge seiner Zellen aus. Diese Zellen besitzen eine Länge von 0,081—0,110 mm. Neben feinen harförmigen cylindrischen Zellen findet man grofse kolbige Gebilde, die als Drüsenzellen anzusehen sind. (vergl. Figur 79 und 80.) Nach der Peripherie zu sind diese Zellen abgerundet, nach der Basis zu ver-

laufen sie meist spitz. Eine feine helle Membran umschliefst den Inhalt, der aus einem weitmaschigen Netz von Protoplasmafäden besteht. Der runde Kern liegt meist der Basis genähert. Er ist schwer auf zu finden. Diese kolbigen Drüsen stehen dicht gedrängt und kaum erkennt man dann noch die feinen Epithelzellen, die zwischen ihnen in den Interstitien der auf dem Querschnitt sich als rund ergebenden Drüsen lagern. Bei Färbung mit Essigkarmin tingirt sich das Protoplasmanetz der Drüsen äufserst stark, wärend die glasigen Holräume keinen Farbstoff annehmen, Der Durchmesser einer Drüsenzelle beträgt im Mittel 0,01314, die Cuticula 0,00163 mm. Die Drüsen reichen nicht bis unmittelbar unter die helle Cuticula, sondern zwischen ihrer Peripherie und letzterer liegt eine Protoplasmaschicht, welche eine helle Streifung zeigt, die von feinen Kanälchen herzurüren scheint. Von der inneren Bindesubstanzschicht (Durchm. 0,026—0,048 mm.) wird diese Epithelschicht durch eine glashelle dünne Membran abgegrenzt. In der Bindesubstanzschicht finden sich auffallend viele Bindesubstanzzellen angehäuft, welche mit ihren langen Ausläufern in die Grundsubstanz eingebettet liegen. Aufserdem trifft man gelbe Körnerhaufen in Menge an. Eine Längs- und Ringsmuskularis folgen nach aufsen von derselben. Jede besteht aus nur wenigen Lagen, sodass man nicht von einem Muskelmagen sprechen kann.

Der dritte Abschnitt des Darmkanales, der als Dünndarm zu bezeichnen ist, zeigt wiederum abweichende Bildungen. Das Innenepithel wird gebildet aus feinen cylindrischen Zellen. Es ist wie schon oben bemerkt wurde, in Falten gelegt. Zwischen diesen Zellen kommen Drüsenzellen vor, welche sich im Bau von denen des Magens unterscheiden. Der äufseren Form nach sind sie zwar auch als kolbig zu bezeichnen, ihr Inhalt jedoch ist körnig und färbt sich die ganze Zelle tief dunkel mit Farbstoffen behandelt. Die Länge dieser einzelnen Drüsen beträgt ungefär 0,038 mm. In der Bindesubstanz treten die Lakunen und Lücken auf, in denen man Blutzellen mit der geronnen Blutflüssigkeit hier und da antreffen kann.

Nach aufsen von der Bindesubstanzschicht liegt zunächst die Ringsmuskellage, auf welche erst die längsverlaufenden Muskelfibrillen zu liegen kommen. Es ist dieses Verhalten entgegengesetzt dem in den zwei ersten Darmabschnitten angetroffenen, und schliefst sich diese Art in dieser Beziehung eng an Synapta an. —

Ueber den verschiedenen Bau des Darmkanales bei Pedaten und Apoden soll die folgende Tabelle als Uebersicht dienen. Ich

habe als Vertreter der Pedaten Cucumaria cucumis und Holothuria tubulosa gewält, wärend ich Synapta digitata in die Mitte gestellt habe. Es scheint mir der Schluss gerechtfertigt, dass bei jeder Gattung der Holothurien der Darmkanal verschieden gestaltet ist, bei den einzelnen Arten aber Uebereinstimmung zeigt [1]).

Cucumaria cucumis, u. Planci.	**Synapta digitata.**	**Holothuria tubulosa.**
Oesophagus. 1) Innenepithel, 2) Längsmuskelschicht, 3) Ringsmuskelschicht, 4) Bindesubstanzschicht, gut entwickelt, 5) Aufsenepithel.	Oesophagus. 1) Innenepithel, 2) stark entw. innere Bindesubstanzlage, 3) Ringsmuskelschicht, 4) Längsmuskelschicht, 5) äufsere Bindesubstanzsch. wenig entw. 6) Aufsenepithel.	Oesophagus. 1) Innenepithel, 2) stark entw. innere Bindesubstanzlage, 3) Längsmuskelschicht, 4) Ringsmuskelschicht, 5) äufsere Bindesubstanz, wenig entwickelt, 6) Aufsenepithel.
Muskel-Magen. 1) Innenepithel, 2) ganz gering entw. innere Bindesubstanzlage, 3) Längsmuskelschicht, 4) Ringsmuskelschicht, 5) äufsere gut entw. Bindesubstanz, 6) Aufsenepithel.	Drüsen-Magen. 1) Drüsenzellen, 2) starkentw. innere Bindesubstanz, 3) Ringsmuskelschicht, 4) Längsmuskelschicht, 5) äufsere ganz gering entw. Bindesubstanz, 6) Aufsenepithel.	Drüsen-Magen. 1) Innenep. m. Drz., 2) stark entw. innere Bindesubstanz, 3) Längsmuskelschicht, 4) Ringsmuskelschicht, 5) äufsere ganz gering entw. Bindesubstanzlage, 6) Aufsenepithel.
Dünndarm. 1) Innenepithel, 2) innere gut entw. Bindesubstanz (mit Blutlakunen), 3) Längsmuskelschicht, 4) Ringsmuskelschicht, 5) ganz gering entw. äufsere Bindesubstanz, 6) Aufsenepithel.	Dünndarm. 1) Innenepithel, 2) innere gut entw. Bindesubstanz (mit Blutlakunen), 3) Ringsmuskelschicht, 4) Längsmuskelschicht, 5) ganz gering entw. äufsere Bindesubstanz, 6) Aufsenepithel.	Dünndarm. 1) Innenepithel, 2) innere gut entw. Bindesubstanz (mit Blutlakunen), 3) Ringsmuskelschicht, 4) Längsmuskelschicht, 5) ganz gering entw. äufsere Bindesubstanz, 6) Aufsenepithel.

[1]) Der Darmkanal von Holothuria tubulosa ist von Jourdan

c) Die beiden Darmlakunen und die Lakunen in der Wandung des Darmkanales.

1) Holothuria tubulosa.

Um das Verhältniss der beiden Darmlakunen zur Wandung des Darmkanales zu untersuchen, sind Querschnittserien durch letzteren am zweckmäfsigsten. Dass beide Darmlakunen nur Aussackungen der Darmwandung sind, lässt sich dann leicht feststellen. Das Lumen beider Lakunen, solange sie am Dünndarm verlaufen, one ein Wundernetz zu bilden, wird von der Bindesubstanz ausgekleidet, welche zusammenhängt mit der inneren Bindesubstanzschicht der Darmwandung. (vergl. Figur 77.) Zugleich kommunicirt der Holraum der Darmlakunen mit Lücken und Holräumen in der inneren Bindesubstanz der Darmwandung, welch letztere keinerlei endothelartige Auskleidungen besitzen. Man kann die Blutflüssigkeit mit ihren amöboiden Blutzellen von der Darmlakune aus verfolgen bis in die Lücken der Darmwandung. Diese Lücken stehen mit einander in Verbindung und so kommt es zur Bildung eines Systems von unregelmäfsigen bald kreisförmigen, bald bandartigen Kanälen, die zum gröfsten Teile ringförmig verlaufen. Der Bindesubstanz der Darmlakunen liegt eine Längsmuskelschicht auf. Nach aufsen von dieser folgt das wimpernde Aufsenepithel welches eine Fortsetzung des äufseren Darmepithels vorstellt, wärend die Längsmuskelschicht mit der gleichen Schicht der Darmwandung in Verbindung steht. Wärend die ventrale Darmlakune einfach verläuft besteht die dorsale bekanntlich aus zwei Kanälen von denen der eine dicht am Darmkanal liegt, wärend der zweite mit dem letzteren durch ein Netz von kleinen Kanälchen verbunden wird. Von diesem Netzwerk werden ja auch die sogenannten Wasserlungen umsponnen. Die Wandung aller dieser Kanälchen besteht aus denselben Elementen, wie die der Hauptdarmlakunen. Auf das Aufsenepithel folgen Muskelfasern und eine bald stärker bald geringer entwickelte Bindesubstanzlage, welche im Centrum einen einfachen Holraum besitzt, in welchem die Blutflüssigkeit an-

---

vor kurzem geschildert (Recherches sur l'histologie des Holothuries. Marseille 1883) und verweise ich auf dessen in manchen übereinstimmende Darstellung zum Vergleich. —

getroffen wird. Wie sind aber jene Kanälchen entstanden? Ursprünglich werden in gleicher Weise, wie es in der Darmwandung noch der Fall ist, Lücken und Holräume in der Bindesubstanz des Mesenteriums als die Wege für die Blutflüssigkeit aufgetreten sein. Indem nun das Mesenterium zwischen diesen Blutwegen sich rückbildete, entstanden Maschen zwischen den Lakunen und so wird jetzt ein Bild erweckt, als hätte man echte Gefäfse vor sich. Das Maschen und Lücken im Mesenterium auftreten, ist garnichts besonderes. Bei Cucumaria bietet das Mesenterium oft den Anblick eines Netzes; vorzüglich vom dorsalen Mesenterium gilt dies.

Einen abweichenden Bau bieten beide Hauptlakunen am Oesophagus und am Magen. An letzterem zeichnet sich die ventrale Blutlakune durch die Stärke ihrer Wandung aus. Wärend der Durchmesser am Dünndarm etwa 0,013—0,042 mm. betrug, ist derselbe am Drüsenmagen etwa 0,098 mm. wovon auf die Bindesubstanzschicht allein 0,065 mm. kommt. Auch trifft man häufig Bindesubstanzzellen, welche mit ihren Ausläufern das Lumen durchziehen. Eine Communikation mit der Darmwandung in Gestalt von Lücken ist nicht vorhanden. Am Oesophagus endlich ist das Lumen der Lakunen reich durchsetzt von der Bindesubstanz, sodass man ähnliche Bilder erhält wie bei Cucumaria Planci. (Figur 81 und 42.)

2) Cucumaria cucumis.

Von dieser Art gilt dasselbe betreffs der beiden Hauptdarmlakunen (vergl. Figur 41). Ich verweise deshalb nur auf die Abbildung. Einen etwas abweichenden Bau zeigt das dorsale Blutgefäfs, welches am Magen und Oesophagus verläuft. Es hat seine Verbindung mit dem Darmkanal aufgegeben indem es vermittels eines dünnen Stieles am Darm befestigt ist (Figur 80). Derselbe besitzt jedoch dieselbe Wandung und cirkulirt in seinen Holräumen die Blutflüssigkeit. Wärend die beiden Darmlakunen, so lange sie am Dünndarm verliefen, als einlumig zu bezeichnen waren, zeigen sie jetzt folgenden Bau.

Die Bindesubstanz durchzieht mit ihren Fibrillen die Lakune und bildet ein Maschenwerk, zwischen welchem die Blutflüssigkeit zirkulirt. In Figur 81 ist die dorsale Blutlakune auf einem Querschnitt getroffen, abgebildet.

Die Wandung der Lakune besteht aus dem peripheren Epithel, einer Längsmuskelschicht und der Bindesubstanz. In gleicher

Weise ist der Stiel gebaut. Wärend aber nun, so lange die beiden Lakunen am Dünndarm verliefen, die innere Bindesubstanz des letzteren in der Lakunenwandung überging, findet folgendes Statt. Die Bindesubstanzschicht der Blutlakunen hängt am Magen und Oesophagus mit der äufseren Bindesubstanz ihren Wandungen zusammen (Figur 81 *bg*[1]). Dies gilt für beide Lakunen, sowol die ventrale wie die dorsale. In der äufseren Bindesubstanz ist ein System von Lücken vorhanden, in welchen die Blutflüssigkeit sich bewegt und durch Lücken im Stiel (*st*) mit den Holräumen in der Darmlakune kommunicirt.

Ehe ich weiter gehe, will ich noch einige ältere Mitteilungen über Blutgefäfsverteilung in der Darmwandung besprechen. Semper[1]) hat in seinem systematischen Holothurienwerke in den Magen vorspringende Wülste als sichelförmige Falten beschrieben. Diese Wülste nimmt er als Träger der Blutgefäfse in Anspruch. Bereits Selenka[2]) hatte eine ähnliche Meinung ausgesprochen. Nach diesem Autor sollten die Gefäfse zwischen die Muskelschichten in der Darmwandung sich eindrängen. Dass dies unmöglich ist, geht aus meiner oben gegebenen Schilderung des Darmkanales hervor. Die Wülste sind lediglich Bildungen des Epithels, welches das Darmlumen auskleidet. Ebenso unhaltbar sind Sempers Ansichten über eine Darmatmung. Es sollten nämlich die sichelförmigen Falten als Träger von Blutgefäfsen als „innere Kiemen“ fungiren. Hierbei wird an die Darmatmung der Insekten erinnert. Es sollte nun Seewasser von der Kloake her bis zum Magen eingepumpt werden und dieses die Falten umspülen. Da nun aber, wie ich zeigte, keine Blutgefäfse im Epithel des Darmes vorkommen, ist eine solche Atmung unmöglich, doppelt unmöglich aber, da durch den prall angefüllten Darm der Holothurien Wasser durch die Afteröffnung gar nicht bis zum Magen eingeführt werden kann, wie schon Teuscher[3]) hervorgehoben hat.

Die Blutzellen, zu deren Besprechung ich mich jetzt wenden will, sind mit einem grofsen runden Kern versehene Gebilde, deren Plasma durchaus homogen ist. Es tingirt sich mit Farbstoffen gar nicht, nur der Kern nimmt dieselben begierig auf.

---

[1]) Semper, a. o. O.

[2]) Selenka, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Band XVII. 1867

[3]) Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Band X.

Bald trifft man in der Blutflüssigkeit viele, bald nur wenige Zellen. Letztere ist bei Holothuria tubulosa bräunlich gefärbt, wärend sie bei Cuc. Polii wasserhell erscheint. Besonders angehäuft fand ich die Blutzellen in den Lakunen der inneren Bindesubstanzschicht, wärend sie in den beiden Hauptlakunen in geringerer Anzal vorkommen. Die Gröfse dieser amöboiden Zellen beträgt bei Hol. tubulosa und Cucumaria Planci ungefär 0,0074 mm, wärend der Kern einen Durchmesser von etwa 0,0028 mm besitzt.

Die Plasmawanderzellen.

Bei Synapta digitata habe ich Zellen beschrieben, welche im Körper an den verschiedensten Stellen angetroffen werden. Ich knüpfte an die Beschreibung dieser Wanderzellen die Bemerkung, dass sie vielleicht nur besondere Entwicklungszustände der Blutzellen vorstellen möchten. Dies folgerte ich aus ihrem Bau, ihrer Gröfse und dem Verhalten des Zellkernes. Dieselben Gebilde trifft man bei den Pedaten wieder an. Es sind amöboid sich bewegende Zellen, deren Plasma fein granulirt erscheint und einen kreisrunden Zellkern von 0,0031 mm Gröfse einschliefst, wärend die Zelle im kuglichen Zustand ungefär 0,007—0,008 mm misst. — Solche Plasmawanderzellen sind auf Tafel VI, Figur 89 abgebildet. Aufser dieser Art von Wanderzellen kommt bei allen Pedaten noch eine zweite Form vor, welche die erstere an Gröfse um bedeutendes überragt. Es sind im Durchmesser 0,015—0,018 mm messende Zellen, welche grofse Körner in ihrem Plasma eingelagert haben (Figur 90.) Im Ruhezustande ist ihre Form, wie die der ersten Art, oval bis kreisrund. Die Körner in ihrem Inneren sind stark lichtbrechend, färben sich mit Osmiumsäure wenig bräunlich, sind jedoch mit Aether nicht extrahirbar. Nach Semper sollten diese Körner Schleimtröpfchen sein, eine Ansicht, die nicht haltbar erscheint. Es kommen nun aber auch gleich grofse Gebilde vor one Einschlüsse. In diesen Plasmawanderzellen, die ich bei Cucumaria Planci nur unterhalb des Coelomepithels der Leibeswand antraf, trifft man nur ein feinkörniges Protoplasma an. Eine Vermehrung der letzteren Zellen erfolgt durch Zweiteilung, wie ich mehrfach konstatiren konnte. —

Um die Bewegungen der Plasmawanderzellen zu studiren, wält man am besten das ventrale Mesenterium, welches sich seines geringen Durchmessers wegen besonders gut hierzu eignet. Man bringt ein Stück desselben von einem soeben aufgeschnittenen Tiere

auf einen Objektträger mit Seewasser, fügt ein Deckglas darauf, doch so, dass kein Druck ausgeübt wird, und beobachtet nun bei starker Vergröfserung. In kürze beginnen sich einzelne grofse Plasmawanderzellen zu bewegen; an einigen Stellen durchboren sie die Bindesubstanz, um nach aufsen zu gelangen, wärend andere sich einen Weg in das Innere banen. Der Anblick, welcher sich so den Augen darbietet, ist vollkommen dem analog, welchen uns Amoeben zeigen. Verfolgen wir eine grofse Wanderzelle wärend ihrer Bewegung näher und fassen zunächst den kugligen Zustand ins Auge! Es beginnt die kuglige Zelle sich an einer Stelle zu strecken (vergl. Figur 59), indem hier das Hauptprotoplasma sich ansammelt. In dieser Richtung erfolgt nun die weitere Bewegung. Wärend nun der Inhalt nach dieser Stelle zufliefst und der Zellinhalt des hinteren Poles nach vorn drängt, entsteht zunächst eine Einschnürung, die dann verschwindet. Aufser dieser regelmäfsigen Bewegungsart trifft man Wanderzellen an, die nach verschiedenen Seiten Fortsätze ausstrecken. Besonders wenn die Zellen an ein Hindernis stofsen, entsenden sie diese nach verschiedenen Richtungen [1]).

Somit hätten wir denn zwei Arten von Plasmawanderzellen gefunden. Erstens die den Blutzellen an Gröfse gleichkommenden, mit feingekörntem Inhalt, und zweitens die nur bei den Pedaten anzutreffenden grofsen Zellen, welche bald Körner eingeschlossen tragen, oder gleichfalls einen gekörnten Inhalt besitzen. —

Die Bindesubstanz.

Die ersten Angaben über dieselbe datiren aus dem Jare 1854, in welchem Leydig kurze Notizen veröffentlicht hat. An frischem Material vom lebenden Tier beschrieb er dieselbe als von scheinbar feinen Fibrillen zusammengesetzt, welche in lockigem oder welligem Verlaufe neben einander herziehen. Bei Anwendung von Essigsäure erfolgte eine Trübung und darauf eine Aufhellung des Gewebes. Daraufhin glaubt Leydig das Fibrilläre als Falten

---

[1]) Die Bewegung der grofsen Plasmawanderzellen schilderte ich bereits, früher (Zeitschr. f. w. Zool. Band 39), one dass ich dort die kleinere Art beschrieben hätte. Die Untersuchungen, welche ich an gröfserem Material seither fortführen konnte, haben mich zu manchen abweichenden Resultat, als dort angegeben, gefürt.

[2]) Leydig, kleinere Mitteilungen zur tierischen Gewebelehre, Müllers Archiv f. Anat. u. Physiolog. 1854, pag. 310.

und Schichten erklären zu müssen. Indem er nun weiter Kalilauge gebrauchte, verschwanden die Fibrillen, und Bindegewebskörperchen von spindelförmiger Gestalt traten in einer homogenen Grundsubstanz auf. Eine Abbildung dieses so mit Kalilauge behandelten Gewebes hat Leydig in seinem Lehrbuch und in Müllers Archiv gegeben. Sempers Ansichten über die Bindesubstanz habe ich schon oben wiedergegeben, sodass ich jetzt gleich meine eigenen Untersuchungen hinzufügen kann. —

Da das Mesenterium der Holothurien zum grofsen Teil aus der Bindesubstanz gebildet wird und man dasselbe leicht im frischen Zustande auf den Objektträger ausbreiten kann, so eignet es sich vorzüglich zur Untersuchung. Es fallen uns zunächst Fibrillen in die Augen und Zellen von bald spindlicher, bald multipolarer Gestalt. Beide Elemente sind in einer homogenen Intercellularsubstanz eingebettet. Man kann nun leicht konstatiren, dass die Fibrillen mit den Zellen in Zusammenhang stehen. Hier und da anastomosiren die Ausläufer der Zellen mit einander; an anderen Punkten laufen dieselben parallel neben einander. In dem ersten Falle sind die Zellkörper meist sternförmig, wärend sie im letzteren fast stets von spindlicher Gestalt sind.

Wie bei den Synaptiden kommen zwei Formen von Bindesubstanzzellen vor, die sich allein durch ihre Gröfse unterscheiden. Bei den am häufigsten sich findenden Zellen ist der ovale Kern 0,0057 mm. lang, wärend er bei der gröfseren Art eine Länge von 0,0071 und eine Breite von 0,0042 mm. besitzt. Ein Kernkörperchen tritt mit dem Kerngerüst in den Kernen beider Formen schön hervor. Was nun die Gröfse der Zellen anlangt, so lässt sich dieselbe sehr schwer bestimmen, da man nicht genau sagen kann, wo der Zellleib aufhört und die Fortsätze beginnen indem der Protoplasmakörper der Zelle allmälich übergeht in seine Ausläufer. Als ungefäre Gröfse kann für die kleineren Bindesubstanzzellen 0,009 mm. angenommen werden, wärend die gröfseren einen Längsdurchmesser von etwa 0,01 mm. besitzen. Hauptsächlich ist es jedoch der Kern, welcher beide Formen leicht von einander unterscheiden lässt (vergl. Figur 91 *a* und *b*, Bindesubstanzzellen von Cucumaria Planci, die Ausläufer der Zellen sind nicht mit dargestellt.) In der Leibeswand sind die Ausläufer der Zellen bald in paralleler Lagerung angeordnet, bald bilden sie ein Maschenwerk, in welches die Kalkkörper zu liegen kommen [1]).

[1]) Siehe die Abbildungen, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Band XXXIX, Tafel 10.

Aeufserst verschieden ist der Durchmesser der Ausläufer der Zellen, von fast kaum erkennbaren Durchmesser wechselt er bis zu ziemlicher Stärke. Oft verfilzen sich die Fibrillen untereinander. Dies ist beispielsweise der Fall in der Leibeswand. Untersucht man auf Querschnitten dieselbe, ungefär in der Körpermitte des Tieres, (Cucumaria cucumis) so unterscheidet man in der Bindesubstanzschicht (Cutis), welche unterhalb des Körperepithels liegt, zwei Lagen. Die erste Lage wird von Maschen durchsetzt, in welchen die radförmigen Kalkgebilde eingelagert liegen. Unterhalb dieser ersten Lage verlaufen die Bindesubstanzfibrillen parallel, verkleben mit einander, verfilzen sich, sodass diese Schicht einen knorpligen Charakter annehmen kann. — In den Kalkstücken finden wir dieselbe Anordnung der Zellen wieder, wie ich bei Synapta beschrieben habe. Es ist hier ein Netz von sternförmigen Zellen vorhanden, deren Ausläufer mit einander anastomosiren und in der durchaus homogenen Intercellularsubstanz liegen. —

Die feinere Zusammensetzung der Bindesubstanz an den verschiedensten Körperteilen zu erörtern, ist hier nicht der Ort. Es genügt die Uebereinstimmung derselben bei Pedaten und Apoden nachgewiesen zu haben. —

Madreporenplatte und Steinkanal von Holothuria tubulosa.

Am Ringkanal dieser Art beschreibt man ein Büschel von Steinkanälen. Es sind das dieselben Gebilde, die schon Tiedemann schilderte, und deren Natur ihm noch rätselhaft blieb. Selenka[1]) hat bei einem reichen Material von Formen dieselben aufgefunden und beschrieben, one jedoch den feinen Bau geschildert zu haben, sodass die Angaben von Joh. Müller[2]) die einzigen geblieben sind, welche denselben berücksichtigt haben. Es unterscheidet derselbe den Kanal und das Endstück, den Sack. Dass die Wände desselben porös sind und ein wimpernder Wulst die Oeffnungen umgiebt, hat uns Joh. Müller bereits geschildert. Das Endstück vergleicht er mit der Madreporenplatte der übrigen Echinodermen. Semper schliefst sich dieser Schilderung an.

---

[1]) Selenka, Beiträge zur Anat. u. System. d. Holothurien, in Z. f. w. Zoolog. Band XVII. 1867.

[2]) Joh. Müller, Bau der Echinodermen, Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1853, pag. 205.

[3]) Joh. Müller, Bau der Echinodermen, Archiv f. Anat. u. Physiolog. 1850, pag. 148.

Nach ihm besitzt der Sack, die Madreporenplatte einen grofsen Holraum, wie es auch Müller annahm. — Der Bau dieser Gebilde ist jedoch weit complicirter, wie ich gleich schildern werde.

Vom Ringkanal (Figur 83, *RK)* entspringen die Steinkanäle (*st*), um eine geringe Strecke weit frei zu verlaufen (Müllers Kanal) und dann von der Madreporenplatte umhüllt zu werden, welche sackartig um den gröfsten Teil des Kanals gestülpt erschein. (Figur 87, Längsschnitt.) In dieser sackartig umgebildeten Madreporenplatte verläuft der Steinkanal in mehrfachen Windungen gelegt, um frei zu münden. Er ist durch Suspensorien mit der Wandung der Madreporenplatte verbunden und durchläuft letztere in ganzer Länge. Zwischen dem Steinkanal und der Platte ist ein Holraum, der blind geschlossen ist, gebildet. Er wird begrenzt von der Oberfläche des Steinkanales und der inneren Wandung der Madreporenplatte. (*hr* Figur 84.) Mit der Leibeshöhe kommunicirt dieser Holraum durch feine Kanäle, welche seine Wandung durchsetzen. *(PK.)*

Zunächst will ich den Bau des Madreporensackes näher schildern. Die ganze Oberfläche desselben ist bewimpert. Das Epithel, welches sich auf der Peripherie findet, besteht aus cylindrischen Zellen von 0,009—0,01 mm. Länge. Ein grofser länglich ovaler Kern von 0,0057 mm. Länge und 0,00145 mm. Breite kennzeichnet diese Wimperzellen. (Figur 86.) Schon bei schwacher Vergröfserung treten auf der Oberfläche des Sackes kreisrunde Oeffnungen auf, welche ihm das Aussehen eines Siebes geben. Diese Oeffnungen, denen ein Durchmesser von etwa 0,034 mm. zukommt, füren in Kanäle, welche radiär die Sackwandung durchsetzen und so in den inneren Holraum des Madreporensackes münden. In diese Kanäle setzt sich ein kurzes Stück das hohe Wimperepithel fort, um dann Platz zu machen einem Plattenepithel, welches den Kanal auskleidet und gleichfalls die innere Wandung überzieht. Nach innen von dem Epithel liegt die Bindesubstanz welche Kalkkörper einschliefst, nnd das am mächtigsten entwickelte Gewebe des Madreporensackes vorstellt. Ein Stück eines Längsschnittes durch die Wandung desselben stellt Figur 84 dar. Im Porenkanal sieht man das Plattenepithel. Die Flächenansicht desselben zeigt uns eine eigentümliche Bildung. Wir sehen, wie die spindligen Zellen an beiden Polen feine Fortsätze ausgeschieden haben (Figur 92). Vielleicht sind diese muskulöser Natur. —

Die Bindesubstanz ist mit verzweigten Kalkstücken durch-

setzt. Es finden sich nur wenig Fibrillen und Zellen vor, und ist die Intercellularsubstanz vorwiegend vorhanden.

Der Steinkanal, welcher, wie schon gesagt, zum bei weiten gröfsten Teile von dem Madreporensacke umhüllt wird, zeigt denselben Bau, wie ich ihn bei Synapta geschildert habe. Sein Lumen wird auch hier von einem Cylinderepithel und einem kubischen Epithel ausgekleidet, und zwar so, dass die eine Hälfte der inneren Fläche von ersterem, die andere Hälfte von letzterem besetzt ist. Da der Steinkanal sich korkzieherartig windet, erhält man auf Längsschnitten Bilder wie das in Figur 84 dargestellte. Der Durchmesser desselben beträgt 0,13 mm., wärend die Cylinderzellen 0,024 mm. lang sind, die cubischen Zellen aber einen Durchmesser von 0,0057 mm. besitze. Die langen Wimpern dieses Epithels sind auch an conservirtem Material sehr deutlich warzunehmen. Auch die Wandung des Steinkanales, das heifst die Bindesubstanzlage derselben, wird von Kalkkörpern durchsetzt, die denen, welche im Madreporensacke vorkommen, gleichen. In den Suspensorien, welche zwischen letzterem und dem Steinkanale ausgespannt sind, besteht die Axe aus Bindesubstanz, wärend das Plattenepithel die Peripherie derselben überzieht. Die Zal der Suspensorien ist sehr variabel und lässt sich nicht bestimmt angeben.

Die eigentümliche Bildung des Innenepithels des Steinkanals würde sich kaum erklären lassen, wenn man nur diese Art betrachtete. Geht man aber von solchen Formen aus, wie sie bei Synapta sich finden und die Madreporenplatte als kugliches Gebilde dem Steinkanale aufsitzt, so wird das Vorkommen des Cylinder- und cubischen Epithels erklärlich, wie ich oben gezeigt habe. Es ist dann der Madreporensack als eine Umbildung der eigentlichen typischen Madreporenplatte zu erklären. Eine Untersuchung der verschiedenen Holothurien darauf hin wäre von grofsem Interesse.

Die Muskulatur.

Die Muskulatur der Pedaten ist nach demselben Typus gebaut wie die der Synaptiden, sodass ich das dort gesagte hier wiederholen müsste.

Auch bei dieser Gruppe sind die Muskelfasern glatte Gebilde denen die Bildungszelle aufliegt. Sie zeigen denselben parallelen Verlauf, wie wir ihn bei Synapta antrafen. Im Allgemeinen sind die Muskelfasern weit stärker entwickelt als die der Synaptiden

6*

und zeigen in ihrer Anordnung mehrfache Abweichungen. So tritt in den Längsmuskeln der Leibeswand folgende Bildung zu Tage. Die Fibrillen verlaufen in ringförmiger Anordnung in der Bindesubstanz eingebettet und hat man es mit Muskelprimitivbündeln zu tun. In lamellöser Anordnung kommen sie in der Körperwand wie in anderen Orten des Tieres, so in den Tentakeln, vor.

Die sogenannten Wasserlungen von Holothuria tubulosa.

Das Hauptinteresse bei der Untersuchung der Wasserlungen erweckt die Frage, ob dieselben an ihren terminalen Endästen mit der Leibeshöle communiciren. Damit wäre die Frage erledigt, wie in das Coelom Seewasser eindringen kann. Bei Formen freilich wie Synapta, bei welcher diese Gebilde fehlen, muss ein anderer Weg vorhanden sein. Poren in der Wand des Rektums sind nicht vorhanden. Wol aber ist es möglich, dass durch die Gewebe desselben Flüssigkeit hindurchgepresst werden kann. Diese Ansicht mag auf den ersten Blick abenteuerlich erscheinen, in Anbetracht jedoch, dass besondere Oeffnungen in der Leibeswand, durch welche Wasser in die Leibeshöle gelangen könnte, nicht vorhanden sind, scheint eine solche Annahme wol gerechtfertigt. Vielleicht hängt hiermit die Anordnung der Epithelzellen und der Drüsenzellen im Rektum zusammen.

Was nun die Endäste der Lungen anlangt, so sind sie anders gebaut als die Hauptäste. Letztere besitzen eine dünne Wandung, deren Durchmesser etwa 0,013 mm. beträgt, wärend die Endäste eine sehr dicke durch innere wulstförmige Hervorrungen ausgezeichnete Wandung besitzen. Die Endäste sind fingerförmige Gebilde, welche einen Kanal im Inneren besitzen, welcher blind zu enden scheint. Das Epithel, welches sich auf ihrer Oberfläche findet, besteht aus langen Cylinderzellen, die im Leben Wimpern tragen. An der Basis der Endsäckchen geht das Cylinderepithel über in das Plattenepithel der Hauptäste. (Länge der Cylinderzellen 0,023 mm.) Unterhalb der Epithelzellen liegen Ringsmuskelfasern, die parallel verlaufend in einer Schicht angeordnet sind. Nach innen den letzteren aufliegend trifft man Längsmuskelfasern, die bald vereinzelt bald dichter stehend auftreten. Hierauf folgt die Bindesubstanzschicht, welche das am stärksten entwickelte Gewebe ist. Es sind die Zellen desselben von dem gewönlichen Bau. Meist verlaufen die Ausläufer derselben in radiärer Richtung. Grofse gelbe Körnermassen sind in der Bindesubstanz eingelagert, welche

jedenfalls Ausscheidungsprodukte darstellen. Ebenso kommen Plasmawanderzellen beiderlei Form in grofser Menge vor. Die schon von aufsen an Situspräparaten zu erkennenden Wülste, welche in das Lumen des Kanales vorspringen, werden vom Innenepithel und der Bindesubstanzschicht gebildet. Das Epithel ist einschichtig, seine cylindrischen Wimperzellen besitzen einen Längsdurchmesser von 0,0097 mm. Was nun am meisten Interesse erweckt, ist die Tatsache, dass die Endäste an ihrem peripheren Ende eine papillöse Erhebung tragen und diese von einem dünnen Kanal durchsetzt wird, welche durch eine feine Oeffnung nach aufsen, also in die Leibeshöle mündet. Bereits Semper hat denselben beschrieben. Nicht immer gelingt es diese Oeffnung nachzuweisen, da sie durch die Ringsmuskulatur, die dieselbe sphinkterartig umgiebt, fest geschlossen werden kann. Somit ist denn bei den Formen, welche diese Wasserlungen besitzen, eine Communikation zwischen dem Seewasser, welches von der Kloake aus in diese Gebilde gelangt, und der Leibeshöle gegeben.

Die Ovarialschläuche.

Die Entstehung der Eier bei Holothuria tubulosa.

Der abweichende Bau der Eizellen von Synapta von dem bei vielen pedaten Holothurien geschilderten Verhältnissen lies es mich wünschenswert erscheinen einen genauen Einblick über die Bildungsstätte des Eies bei einer Form zu erlangen. Hierzu wälte ich Holothuria tubulosa, jene Art, über deren Eier bereits eine Reihe von Angaben vorliegen. Aus Sempers Untersuchungen geht hervor, das die Eizelle aus einer Zelle des inneren Epithels des Eischlauches hervorgeht. Diese seine Angaben wurden an tropischen Arten gemacht, und sind neue Angaben nicht gefolgt [1]. — Ich beginne mit der Schilderung des unentwickelten Geschlechtsschlauches. Die kleinsten unverzweigten blind endenden Geschlechtsschläuche, die ich untersuchte, besafsen eine Länge von 3 Millimetern bei einem Breitendurchmesser von 0,195 — 0,21 mm. Das Aufsenepithel, welches dieselben überkleidet besteht aus spindeligen Zellen, welche Muskelfibrillen ausgeschieden haben. Diese Zellen bilden also einmal die epitheliale Begren-

[1]) Die Literatur findet sich zusammengestellt in Ludwig, Ueber die Eibildung im Tierreiche, auf welche Schrift ich verweise pag. 14 u. f. Würzburg, 1874.

zung des Schlauches, wärend sie basal eine einzige glatte Muskelfaser ausgeschieden haben, es sind also Epithelmuskelzellen. Schon lange suchte ich bei den Holothurien nach diesen Gebilden, denn es schien mir nicht unwarscheinlich zu sein, dass neben den subepithealen Muskelfasern auch noch das primäre Stadium vorhanden sei. An weiter entwickelten Schläuchen trifft man die Epithelmuskelzellen in gleicher Weise an, ja selbst an den erwachsenen Organen sind sie, wenn auch nicht mehr so schön zu erkennen. — Unterhalb dieser der Länge nach verlaufenden Muskelfasern findet sich eine Schicht ringförmiger Fasern, welche der Bindesubstanz aufliegen und jedenfalls mesenchymatösen Ursprungs sind. Sie erscheinen auf dem Längsschnitt als kleine Punkte. Innerhalb von der Bindesubstanz liegen die Epithelzellen, die ich gleich schildern werde. Vorher sei jedoch noch ein Wort über die Bindesubstanz bemerkt. Sie besteht aus Zellen, meist spindlicher Gestalt, welche an den zwei Polen in Ausläufer ausgewachsen sind. Hier und da trifft man in der Bindesubstanz Blutzellen an und kann in ihr die Blutflüssigkeit circuliren, indem Lücken vorhanden sind. — Bei der Ausdehnung der Schläuche und der Entwicklung der Eier nimmt die Bindesubstanz an Lumen ab. Dies dürfte mit der dann weniger vorhandenen Ernärungsflüssigkeit in Zusammenhang zu bringen sein.

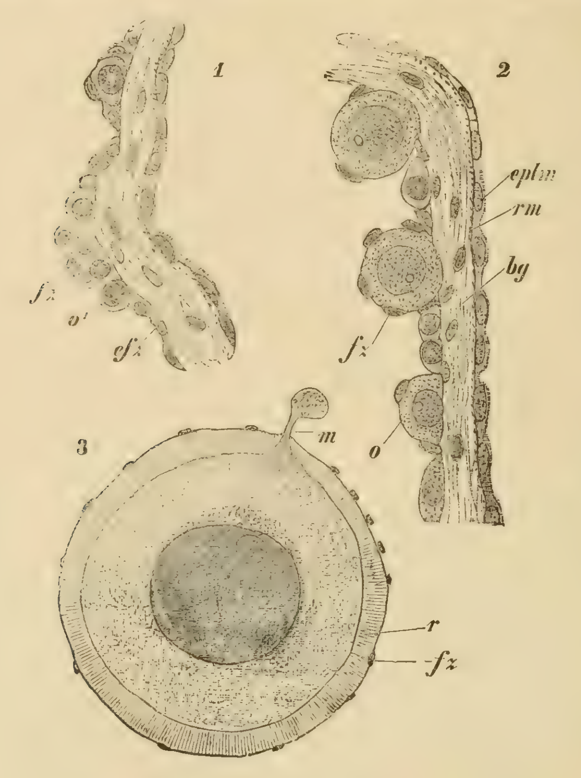
Betrachten wir nun das Innenepithel näher! Es besteht aus Zellen, die von mehr abgeplatteter Gestalt sind und einen rundlichen Kern bergen. Zwischen diesen Zellen ragen andere hervor, die dieselben an Gröfse übertreffen. Zugleich trifft man an einzelnen Stellen mehrere Zellen angehäuft, welche von verschiedener Gröfse sind. Einige (siehe Holzschnitt) zeichnen sich durch den grofsen Kern aus und sind es dann diejenigen Zellen, welche unmittelbar der Bindesubstanz auflagern. Während die gewönlichen Epithelzellen einen Durchmesser von 0,00284—0,0041 besitzen, sind diese gröfseren Zellen — die künftigen Eizellen — bereits 0,0057—0,0065 mm. und ihr runder Kern 0,0032—0,0041 mm. im Durchm. grofs. Letzterer wird zum Keimbläschen. Indem nun das bis jetzt helle Protoplasma sich trübt und das Deutoplasma entsteht, wächst das Keimbläschen mehr und mehr, ein kleiner kreisrunder Keimfleck tritt auf, und die kleineren Epithelzellen legen sich der jungen Eizelle an, oder vielmehr werden von ihr in die Höhe gehoben. So entsteht der Follikel, welcher das nun rasch wachsende Ei umhüllt. Zugleich scheiden diese Zellen eine Membran um die Ei-

zelle ab, welcher sie aufsen aufliegen. Merkwürdig ist es, dass die wachsende Epithelzelle bei diesem ihren Wachstum nicht die benachbarten Epithelzellen einfach auf die Seite drängt, sondern dass dieselben ihr anhaften und gleichsam in die Höhe gehoben werden. Das hängt mit der eigentümlichen plattenförmigen Gestalt der Epithelzellen zusammen. Anfangs glaubte ich, dass die Follikel von Bindesubstanzzellen gebildet würden. An ganz jungen Schläuchen jedoch überzeugt man sich bald, dass dies nicht der Fall ist und es sich um die nicht zu Eizellen werdenden Epithelzellen handelt. Die Figur 2 giebt ein Bild von der Wandung eines bereits weiter entwickelten Ovarialschlauches. Neben kleineren Eizellen treten solche mit schon entwickeltem Follikel auf. Die Membran, welche die Eizellen umhüllt und von den anliegenden Zellen ausgeschieden worden ist, hat einen Durchmesser von 0,00071 mm. und ist vollkommen glasig hell. Das Protoplasma der Follikelzellen schwindet nun mehr und mehr, sodass nur der Kern noch deutlich erscheint. Zugleich haben sich aber die Follikelzellen stark vermehrt. Wärend einer kleineren Eizelle nur wenige anhaften, oft kann man acht bis zwölf, je nach der Gröfse der Eizelle zälen, so liegen der Follikelhaut der ausgewachsenen reifen Eizelle eine weit gröfsere Zal an. Wenn man die Kerne nach hunderten zält wird man nicht fehlgehen.

Sobald die Eizelle einen Durchmesser von ungefär 0,0652 mm. erreicht hat, (Keimbläschen 0,0326 mm., Keimfleck 0,00652 mm.) beginnt folgende eigentümliche Bildung. Zwischen der Follikelhaut und der Eizelle wird eine Schicht ausgesondert, welche schliefslich beim reifen Ei einen Durchmesser von 0,00714 mm. besitzt. (Gröfse des reif. Eis, = 0,096 mm. Keimbläschen 0,0456 mm., Keimfleck 0,0064 mm. Diese Schicht zeichnet sich durch eine feine radiäre Streifung aus, welche von feinen Porenkanälchen herzurüren scheint. Die reife Eizelle (vergl. Holzschnitt) bleibt an einer Stelle mit dem Lumen des Ovarialschlauches in Verbindung indem durch die helle Eiweifsschicht, welche am Spirituspräparat ein fein granulirtes Aussehen besitzt, ein Strang hindurchzieht, welcher vom Plasma der Eizelle gebildet wird (sein Durchmesser beträgt 0,00214 mm.). Ein rundes kernartiges Gebilde hängt an diesem Stiel aufserhalb der Follikelhaut. An reifen Eiern habe ich es stets wiedergefunden.

Ueber die Lagerung der reifen Eizellen habe ich noch einiges nachzuholen. Ein Blick auf das nebenstehende Bild zeigt, dass die heranwachsenden Eizellen nicht immer in einer Reihe werden

lagern können. Es ist dies in der Tat nicht der Fall. Der Holraum des Ovarialschlauches ist nur noch zum geringsten Teil im reifen Organ vorhanden, indem er von den hineinragenden Eizellen



Figur 1 u. 2 Längsschnitte durch zwei junge Ovarialschläuche *efz.* Epithelzellen; o^1, *o*, junge Eizellen; *bg.* Bindesubstanz; *fz.* Follikelzellen, *eplm.* Epithelmuskelzellen; *rm.* Ringsmuskelfasern; Fig. 3 reife Eizelle; *m.* sog. Mikopyle; *r.* Radiäre Kanälchen in der Eiweifsschicht. —

angefüllt wird, die zwar noch der Wandung anliegen, aber in mehreren Schichten angeordnet sind. Die Befestigung der Eizellen unter einander geschieht auf folgende Weise. Bindesubstanzfibrillen, zu Bündeln angeordnet, umspannen die einzelnen Eizellen und verleihen ihnen auf diese Weise einen Halt.

Sobald die Eier abgelegt werden reifst die Follikelhaut und die Eizelle wird frei umgeben von der Eiweifshülle in welcher noch die Stralen erkennbar sind. In gleicher Weise geht der periphere Teil des Stranges mit dem kuglichen Gebilde verloren und nur die schornsteinänliche Erhebung bleibt am Ei bestehen.

Dieser Eistrang, dass heifst seine Bedeutung, bleibt noch rätselhaft.

Zuerst war es Joh. Müller, welcher den Strang, welcher von der Eizelle nach der Follikelwandung fürt, erkannte. Das von mir an allen reifen Eiern beobachtete kugliche Gebilde beschreibt er nicht. Unseren Strang beschreibt er als Mikropylöffnung. Wenn nun Joh. Müller glaubte, dass dieser Plasmastrang der Insertionszelle der Eizelle an der Wandung des Ovarialschlauches entspräche, so irrte er hierin. Ob nun Sempers Ansicht, dass der Strang (sein Mikropylkanal) dadurch entstanden ist, dass die Eizelle nur an dieser Stelle in Zusammenhang mit der Follikelwandung geblieben ist, sonst jedoch allseitig von der abgesonderten Eiweifsschicht umgeben wird, das kann ich weder bestätigen noch bestreiten. Die Verhältnisse liegen hier eben nicht so einfach als dass man so schnell urteilen könnte. Bevor ich schliefse, möchte ich noch hervorheben, dass die Eizelle von Holothuria tubulosa nicht an einem Stiel an der Wandung ihres Mutterschlauches befestigt ist, wie es bei den tropischen Arten Semper darstellt, An die Stelle dieser Art von Befestigung ist die der Bindesubstanz-Fibrillenbündel getreten, welche sich zwischen den Eizellen ausspannen und Bändern gleichen. —

III. Abschnitt.

Zusammenfassung der erhaltenen histologischen Befunde, welche für eine vergleichende Betrachtung der Echinodermen von Wichtigkeit sind.

In derselben Reihenfolge, wie ich die einzelnen Organe und ihren Bau besprochen habe, will ich am Schluss angekommen die Hauptresultate, welche mir von besonderem Wert zu sein scheinen, zusammenstellen. Ich beginne mit dem: Centralnervensystem. Es besteht bei den Holothurien (Pedaten wie Apoden) aus dem Gehirnring und dem von diesem ausstralenden Nervenstämmen. Anatomisch und histologisch betrachtet ist der Gehirnring nichts weiter als die ringförmig in der Mundscheibe (der Cutis derselben) verlaufende räumliche Commissur der Hauptstämme des Nervensystems. Es ist der Gehirnring nicht mit einem complicirterem Bau versehen, als wie die von ihm stralenförmig

abgehenden Nervenstämme. Nur kräftiger ausgebildet ist das Gehirn. Seine Elemente wie die der Hauptnervenstämme sind Nervenfibrillen und Ganglienzellen, welche ersteren in den Nervenstämmen parallel zur Axe derselben verlaufen. Bei der Betrachtung desselben und der Nervenstämme lernten wir einen peripheren Zellbelag kennen, den ich Deckepithel benannt habe; es bestand aus Zellen mit langen Fortsätzen, welche den Nervenfibrillen zur Stütze dienten. Woher stammt dieses Epithel, welches doch nicht nervöser Natur ist. Früher habe ich gezeigt, wie bei den Asteriden die fünf (oder mehr) Ambulacralnervenstämme aus Fibrillen und Ganglienzellen bestehen, die in der Tiefe des Ambulacralrinnenepithels verliefen, also ektodermal liegen. Dieses Epithel besteht aus Zellen, welche den gleichen Bau zeigen, wie die Deckepithelzellen der Holothurien. Bei letzteren, wo das Central-Nervensystem in die Bindesubstanz zu liegen gekommen ist, treffen wir die Zellen der Ambulacralrinne, — Stützzellen — als Deckepithel an, indem eben nicht allein die Nervenfibrillenzüge, sondern auch das Epithel mit seinen Fortsätzen, welches die letzteren beherbergte, mit in die Bindesubstanz gerückt ist. Somit ist die Natur unseres Deckepithels klar und jeder Versuch, welcher diese Zellen für nervös erklären will, hiermit zurückgewiesen. —

Aufser den fünf radialen Nervenstämmen lernten wir noch einen Oesophagealen und zwölf (oder mehr) in den Tentakeln verlaufende Nervenäste kennen, so genannt wegen ihrer geringen Entwicklung im Verhältniss zu ersteren.

Von den Nervenstämmen und Nervenästen gehen Nervenzüge ab, welche als Hautnervenzüge zu bezeichnen sind. Die Hautnerven, welche vom Oesophagealnerven sich abzweigen, solange nämlich derselbe noch in der Mundscheibe verläuft, gehen zum Epithel derselben, um hier in Sinneszellen zu enden. Die Hautnerven der Radialnerven- und Tentakelnervenstämme gehen teils zu Sinnesknospen, teils zu den Tastpapillen der Haut. Immer bestehen diese Hautnerven aus feinsten Nervenfibrillen mit Ganglienzellen. Sie enden in den Tastpapillen in Form von Nervenendplatten. Die Zellen nun, welche sich auf den genannten Sinnesorganen befinden, sind Sinneszellen, Stütz- und Drüsenzellen. Die ersteren verlängern sich in feinste in der Nervenschicht verlaufende Fibrillen. Die Drüsenzellen kommen in zweifacher Gestalt vor. Wir unterschieden Becher- und Schlauchdrüsen. Nicht blos auf den Tastpapillen, sondern auch auf den übrigen Körperepithel trifft man die so genannten Elemente an.

Weiterhin lies sich ein subepithelialer Nervenplexus konstatiren, welcher mit den Tastpapillen in Zusammenhang steht.

Von Sinnesorganen waren aufser den letzteren die Sinnesknospen zu erwänen, Organe, welche jedenfalls mit Quatrefages und Müllers Saugnäpfen identisch sind. Was die Augen anlangt, welche den Holothurien zukommen sollten, so wurde gezeigt, dass es sich um Bildungen in der Cutis handelte, die mit Augen nichts zu tun haben. Dass die Baur'schen sogenannten Gehörbläschen one jede Nerveninervirung sind und nicht als Sinnesorgan gelten können, — es gilt dies nur vom erwachsenen Tiere — glaube ich gezeigt zu haben.

Bei den Pedaten fanden wir einen Gehirnring, die fünf Radialnervenstämme, Tentakeln- und Oesophagealnervenäste. Hierzu kamen die Nervenendigungen in den Füfschen und sog. Rückenpapillen sowie in den Tentakeln. In jedem Füfschen verläuft ein Nervenzug, der mit Sinneszellen in Zusammenhang steht. Das gleiche gilt von den Tentakeln. —

Bei Betrachtung des Wassergefäfssystems beschrieb ich einen neuen Klappenventilapparat in den Tentakelkanälen. Ich nannte denselben die Semilunarklappen nach ihrer eigentümlichen Gestalt. Weiterhin wurde dann die Natur des Kanales aufgeklärt, welcher centralwärts von den Radialnervenstämmen verläuft. Er entspringt aus dem Tentakelkanal und gehört mithin zum Wassergefäfssystem.

Neben Muskelfasern epithelialen konnten solche mesenchymatösen Ursprunges unterschieden werden. Muskulatur von letzterem Typus kommt im Oesophagus vor. (Ringsmuskulatur.)

In den Ovarialschläuchen der Holothuria tubulosa konnte ich Epithelmuskelzellen beschreiben. Das Aufsenepithel dieser Geschlechtsorgane hat basal Längsmuskelfasern abgeschieden, der einzige Fall, den ich angetroffen habe. (Vielleicht gehört auch hierher das Epithel der Porenkanälchen in der Madreporenplatte derselben Art.)

Der Bau des Darmkanales bietet bei den verschiedenen Formen, bei Apoden wie Pedaten sowie unter den Gattungen der letzteren mannichfache Unterschiede. Besonders auffallend war die verschiedene Lage der Rings- und Längsmuskularis. In einem Falle lag die erstere innen von der letzteren, wärend im anderen Falle das gerade Gegenteil statt fand. Bei Synapta fand sich ein stark entwickelter drüsiger Abschnitt vor, der als Drüsenmagen geschildert wurde. In gleichem Mafse war das bei Holothuria tubulosa der Fall. Immer waren es verschiedene eigentümlich ge-

bildete Drüsenzellen, die angetroffen wurden. Bei Cucumaria ist der Darmkanal auffallend arm an Drüsenzellen, wie sich im Muskelmagen, so genannt wegen der starken Rings- wie Längsmuskulatur, gar keine solchen Gebilde vorfanden. — Die sogenannten Blutgefäfse stellten sich als Aussackungen der Darmwandung heraus, in welchen ein Holraum — und zwar in der Bindesubstanzschicht derselben — sich gebildet hatte, welcher von der Blutflüssigkeit mit ihren Blutzellen angefüllt war. Dieser Holraum der beiden Darmlakunen, wie anstatt „Blutgefäfse" zu sagen ist, kommunicirte mit Lücken in der inneren Bindesubstanzschicht der Darmwandung. Auf diese Weise ist ein System von Lakunen, von Spalträumen vorhanden, vermittelst welcher die beiden Hauptdarmlakunen in Verbindung stehen. Das gleiche Verhalten wie bei Synapta ist bei den Pedaten vorhanden. Nur ist bei letzterem die den Holraum der Blutlakune auskleidende Bindesubstanzschicht stärker entwickelt. Die Bindesubstanzzellen mit ihren Ausläufern bilden eine fibrilläre Schicht, one das eine endothelartige Auskleidung vorhanden wäre. Anders ist dies bei Synapta, wie ich ausfürlich geschildert habe. Bei letzterer habe ich noch weitere zwölf Blutlakunen auf den Tentakelkanälen beschrieben sowie eine ringförmige Verbindung derselben, welche dem Ringgefäfs aufliegt und nur wenig entwickelt erscheint.

Im Anschluss an die Blutzellen wurden dann die Plasmawanderzellen geschildert, mit welchem Namen ich wandernde Zellen beschrieben habe, die in der Leibeshöle, in der Bindesubstanz, im Wassergefäfssystem, ja in der Blutflüssigkeit (bei Pedaten) angetroffen werden und warscheinlich nur Entwicklungszustände der Blutzellen vorstellen und mit letzteren in den Entwicklungscyklus ein und derselben Zellform gehören.

Hierauf beschäftigte uns der Bau der Geschlechtsorgane näher. Bei Synapta nehmen Spermatozoen und Eizellen ihren Ursprung aus ein und derselben Zellform, grofsen Zellen, die durch ihren kreisrunden Kern sich auszeichnen, welche im einen Fall zum Keimbläschen der reifenden Eizelle wird, wie es bei Holothuria ja auch beschrieben ist.

Bei den Apoden liegen die Verhältnisse anders, da dieselben ja getrennten Geschlechtes sind. Die Entwicklung der Eizellen, die Bildung der Follikelhaut, die den Eiern von Synapta fehlt, schilderte ich dann bei Holothuria tubulosa.

Bei Betrachtung des Wassergefäfssystemes war die Bildung des Steinkanales und einer echten Madreporenplatte bei Synapta

zu konstatiren. Letztere besafs ganz denselben Bau wie er bei dem gleichen Gebilde der Asteriden vorhanden ist. In gleicher Weise fand sich bei den Pedaten (Holothuria tubulosa) eine echte Madreporenplatte mit Steinkanal vor, nur war erstere sackförmig gestaltet und barg den letzteren zum gröfsten Teil im Inneren. Zwischen dieser Bildung und jener von Synapta wird es wol alle möglichen Uebergänge geben. Madreporensäcke und Steinkanäle kommen bei der genannten Art in grofser Anzahl vor. (vergl. Figur 83.) Die Steinkanäle besitzen dasselbe doppelt gestaltete Innenepithel wie es bei Synapta sich findet.

Die Bindesubstanz endlich zeigte bei Apoden wie Pedaten einen übereinstimmenden Bau. Es fanden sich in ihr Zellen, von welchen Ausläufer entspringen, die in der Intercellularsubstanz verlaufen. Die Fibrillen der Bindesubstanz sind niemals Ausscheidungen der letzteren, sondern hängen stets mit Zellen zusammen!

Fragt man nun nach der Stellung der Holothurien innerhalb der Gruppe der Echinodermen, so kann eine endgültige Antwort kaum gegeben werden. Dazu fehlt uns noch die Kenntnis der Gewebe der übrigen Klassen. Was nun aber die Verwandtschaft mit den Gephyreen anlangt, so ist wol die Kenntnis der Holothuriengewebe fähig eine solche Annahme unmöglich zu machen. Wir werden uns bescheiden müssen die Holothurien wie die Echinodermen überhaupt von Wurmformen abzuleiten, welche unter den jetzigen lebenden Formen keine Repräsentanten haben. Der Bau des Nervensystems beispielsweise gestattet einen direkten Anschluss an jetzt existirende Formen nicht. Nimmt man nun noch hinzu, dass die Echinodermen bereits zu einer Zeit lebten, aus welcher uns von anderen Tierklassen fast keine Ueberreste geblieben sind, so erscheint eine Speculation über ihre Herkunft ziemlich wertlos zu sein.

Merkwürdig sind Uebereinstimmungen im Bau der Holothurien (überhaupt der Echinodermen) mit den Coelenteraten. Dieselben haben ihren Grund darin, dass eben beide Tiergruppen dieselbe niedere Entwicklungsstufe, in Betreff ihrer Gewebe, einnehmen. So finden wir nicht blos bei den Coelenteraten Epithelmuskelzellen, sondern treffen sie auch bei den Holothurien wieder. (siehe oben.) Wie bei Coelenteraten Sinneszellen und Stützzellen uns entgegengetreten, so ist dies bei den Seesternen in gleicher Weise der Fall. Bei beiden Tierstämmen stellt das Nervensystem einen

Teil der Körperoberfläche dar und gehört mit seinen Bestandteilen dauernd dem Ektoderm an (bei Seesternen) wärend bei den Holothurien ein Teil in die Bindesubstanz zu liegen gekommen ist. Wir können nun auch verfolgen, wie unabhängig von einander in zwei Tierstämmen auf gleiche Weise sich das Nervensystem entwickelt hat und dann auf gleich niederer Stufe stehen geblieben ist! Es ist nun noch eine andere Möglichkeit vorhanden, die Resultate in Betreff der Gewebe der Echinodermen zu verwerten. Geht man nämlich nur von dem einfachen Bau aus, welchen uns speciell die Holothurien in ihrem Nervensystem, Muskulatur u. s. w. zeigen, so kann man dieselben nicht als von den Würmern abstammend ansehen, sondern als Stammgruppe betrachten, von welcher aus sich die Würmer abzweigten. So absurd zunächst eine solche Hypothese erscheinen mag, so liegt sie dennoch ziemlich nahe und jeder, der sich mit den Geweben dieser Gruppe beschäftigt hat, wird mir dies zugeben müssen. Als Stütze einer solchen Hypothese könnte man ganz gut die Tatsachen der Ontogenie, den bilateral-symmetrischen Bau der Larven heranziehen. Da wir weiterhin Echinodermenreste in Schichten der Erdrinde vorfinden, in denen noch keinerlei Würmer existirten, so würde auch die Palaeontologie keinen Einspruch erheben können.

Was mich aber abhält für die Wahrscheinlichkeit einer solchen Hypothese einzutreten ist folgendes. Nehmen wir die Echinodermen als Stammformen an, aus welchen sich zunächst die niederen Würmer abgezweigt hätten, so ist jeder Anschluss derselben nach unten hin unmöglich. Es stehen dann die Echinodermen vollständig in der Luft. Zweitens aber würde es schwer gelingen nachzuweisen, wie sich aus den streng radialen Tieren die bilateral symmetrischen Wurmformen entwickelt haben. Diese Erwägungen werden uns deshalb vor der Hand abhalten müssen eine solche Hypothese aufzustellen und es erscheint unseren jetzigen Kenntnissen zu Folge als das warscheinlichste die Echinodermen anzusehen als Ausläufer des grofsen Wurmstammes. —

Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren bedeutet:

bg, Bindesubstanz;
bg^1, bg^2, äufsere und innere Lage derselben im Darmkanal;
c, Cuticula;
de^1, inneres Darmepithel;
de^2, äufseres Darmepithel;
dr^1, Becherdrüsen;
dr^2, Schlauchdrüsen;
dr, Drüsenzellen;
dk, Deckepithel;
dnf, Dünndarmnervenstrang;
ep, Körperepithel;
e^1, Epithel, welches die Lumina des Wassergefäfssystemes auskleidet;
e^2, Epithel der Leibeshöle;
ez, Epithel der Seminularklappen;
esz, Epithelsinneszellen;
hn, Hautnervenzug;
gz, Ganglienzellen;
lm, Längsmuskelfasern;
lnf, der Länge nach auf dem Schnitt getroffener Nervenzug;
m, Maschen in der Bindesubstanz;
n, *nf*, Nerven, Nervenfasern;
oe, Oesophagus;
oenf, Oesophagealnervenstrang;
pigm, Pigment;
pnf, peripherer Nervenplexus;
rm, Ringsmuskularis;
rnf, Radialnervenstamm;
stz, Stützzellen;

sk,	Sinnesknospen;
t,	Tentakel;
tnf,	Tentakelnervenast;
R. W.	Radialwassergefäfs;
M. P.	Madreporenplatte;
St.-K.	Steinkanal;

Die Erklärung der übrigen vorkommenden Buchstaben findet sich bei den einzelnen Figuren angegeben.

Die Figuren beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf Synapta digitata.

Tafel I.

Fig. 1. Innenansicht eines Tentakels mit seinen vier Fülerchen. Die Sinnesknospen sind in zwei Reihen angeordnet zu erkennen.

Fig. 2. Aufsenansicht eines Tentakels, um den Ursprung der vier Fülerchen zu zeigen. Lupenvergrösserung.

Fig. 3. Längsschnitt durch die Wandung des Tentakels nahe seiner Basis. Vom Tentakelnervenast sieht man einen Hautnerven abgehen. Zeifs, D. oc. 2. eingesch. Tubus.

Fig. 4. Querschnitt durch die Leibeswandung die Tastpapillen zeigend, Zeifs, A. oc. 4.

Fig. 5. Eine Tastpapille mit dem an ihr endigenden Sinnesnerven, D. oc. 2.

Fig. 6. Der Sinnesnerv und sein plattenförmiges Ende. F. oc. 2.

Fig. 7. Eine Drüsenzelle aus einer Tastpapille. F. oc. 4.

Fig. 8. Drüsenzellen aus dem Körperepithel. F. oc. 4.

Fig. 9. Sinneszellen und Schlauchdrüse aus einer Tastpapille, $^1/_{12}$ Immer. Zeifs. Glycerinpräparat.

Fig. 10. Ganglienzelle aus dem subepithelialen Nervenplexus, dies. Vergröfserung.

Fig. 11. Ganglienzellen aus dem Gehirnring. F. oc. 2.

Fig. 12. Becherdrüse, dies. Vergr.

Fig. 13. Dieselbe one Inhalt.

Fig. 14. Zwei Becherdrüsen von oben gesehen. Im Centrum derselben sieht man die Oeffnungen. Dies. Vergr.

Fig. 15. Hautepithel vom hinteren Leibesende. F. oc. 2. Längsschnitt.

Fig. 16. Sinnesknospe, Längsschnitt. D. oc. 2.

Tafel II.

Fig. 17. Längsschnitt durch die Leibeswand. D. oc. 2.

Fig. 18. Querschnitt durch dieselbe. A. oc. 4.

Fig. 19. Längsschnitt durch den Radialnervenstamm. F. oc. 2.

Fig. 20. Längsschnitt durch den Gehirnring. F. oc. 2.

Fig. 21. Querschnitt durch denselben. A. oc. 4.

Fig. 22. Isolirte Zellen aus dem Deckepithel des Tentakelnervenastes. F. oc. 2.

Fig. 23. Isolirte Sinneszellen und Becherdrüse aus einer Tastpapille $^1|_{12}$ Oelimm. oc. 4.

Fig. 24. Epitheliale Muskelfasern aus dem Radialmuskel isolirt; in verschiedenen Kontraktionszuständen. F. oc. 4.

Fig. 25. Mesenchymatöse Muskelfasern aus der Ringsmuskularis des Oesophagus. Dies. Vergr. (ausgez. Tubus).

Fig. 26. Querschnitt durch die Radialmuskelfasern. F. oc. 2.

Fig. 27. Längsschnitt durch ein Pyramidenfüfschen von Holothuria Polii.

Fig. 28. Zellen aus dem Kapitulum eines Tentakels, in Osm.-Essigs. macerirt. Glycer. präp. Oelimm. $^1/_{12}$ Zeifs. oc. 4. Hol. Polii.

Tafel III.

Figur 29. Steinkanal mit frei in der Leibeshöle endigender Madreporenplatte. *Sp.* Suspensorien, welche zwischen Ringkanal und Oesophagus ausgespannt ist. (Lupenvergröfserung.) *dm.* dorsales Mesenterium.

Fig. 30. Schnitt durch die Madreporenplatte, das dorsale Mesenterium mit dem Ausfürgang der Geschlechtsorgane (*AG*) und dem zweimal auf dem Querschnitt getroffenen Steinkanal (*St.-K.*)

Fig. 31. Desgleichen, um die Porenkanälchen, *PK.* zu zeigen.

Fig. 32. Querschnitt durch den Steinkanal. In der Wandung desselben sind die Kalkkörper zu sehen (*KK.*); nach unten setzt sich die Wandung in das Mesenterium *(m)* fort. D. oc. 2.

Fig. 33. Isolirter Kalkkörper aus der Bindesubstanz in der Wandung des Steinkanales. F. oc. 2.

Fig. 34. Schnitt durch die Madreporenplatte. *PK.*, Porenkanälchen, welches in den Steinkanal mündet.

Fig. 35. Isolirte Zellen aus dem Cylinderepithel des Steinkanales.

Fig. 36. Längsschnitt durch den Dünndarm und die ventrale Blutlakune. *w.* Wandung derselben. *blf.* Blutflüssigkeit. A. oc. 2.

Fig. 37. Innenansicht der dorsalen Blutlakune. *m.* Muskelfasern, bgz. Endothelartige Auskleidung. F. oc. 4.

Fig. 38. Aufsenepithel mit längsverlaufenden Muskelfibrillen von der Blutlakune, dies. Vergr.

Fig. 39. Ursprung der Blutlakune aus dem Dünndarm (vergl. Figur 36). F. oc. 2. *blz.* Blutzellen.

Fig. 40. Grofse und kleine Bindesubstanzzellen. F. oc. 2. (mit ausgezog. Tubus gez.)

Fig. 41. Querschnitt durch den Dünndarm und Blutlakune von Cucumaria cucumis. Die Blutzellen sind in der Blutflüssigkeit gelagert. *blz.* Blutzellen; *blf.* Blutflüssigkeit. —

Fig. 42. Teil eines Querschnittes der dorsalen Blutlakune des Oesophagus, Cuc. cucumis. D. oc. 2.

Fig. 43. Biskuitförmig gestaltete Kalkkörper aus dem Radialmuskel, von der Seite und von oben gesehen. D. oc. 2.

Fig. 44. Längsschnitt durch die Papille der Leibeswand, auf welcher der Ausfürgang der Geschlechtsorgane nach aufsen mündet. *(qu.) ep.* = Körperepithel.

Tafel IV.

Fig. 45. Längsschnitt durch das Schlundepithel. F. oc. 2.

Fig. 46. Längsschnitt durch den Drüsenmagen. F. oc. 2.

Fig. 47. Querschnitt durch den Dünndarm. D. oc. 2.

Fig. 48. Querschnitt durch das Rektum. F. oc. 2.

Fig. 49. Darmepithel aus dem Dünndarm. F. oc. 2.

Fig. 50. Längsschnitt durch einen jungen Geschlechtsschlauch, F. oc. 2. ep^1 Aufsen-, ep^2 Innenepithel.

Fig. 51. Zellen vom Innenepithel ebendaher. F. oc. 4.

Fig. 52. Aufsenepithel desselben. F. oc. 1.

Fig. 53. Flächenansicht der inneren Wand eines Geschlechtsschlauches, mit Eiern und Sperma. A. oc. 2. *h* = Hodenzellen.

Fig. 54. Querschnitt durch denselben. *ov.* Eizellen.

Fig. 55. Stück der Flächenansicht des Inneren. F. oc. 4.

Fig. 56. Spermazellen und Spermatozoen. $^1|_{12}$ Immer. oc. 4.

Fig. 57. Spermatozoen, dies. Vergr.

Fig. 58. Aufsenepithel eines jungen Geschlechtsschlauches. Flächenansicht. F. oc. 2.

Fig. 59. Plasmawanderzellen von Cucumaria Planci in den verschieden auf einanderfolgenden Bewegungszuständen.

Tafel V.

Fig. 60. Längsschnitt durch Tentakel und Schlund. Es ist zunächst der Ursprung des Tentakel- und Oesophagealnervenastes vom Gehirnring zu erkennen. (*G.*) Letzterer ist auf dem Querschnitt getroffen. Die Lage des Steinkanales ist zwischen dem Tentakelschlauche, welcher vom Wassergefäfsring sich abgezweigt hat und zum Tentakel fürt. *Skl.* Seminularklappe. *T.-K.* Tentakelkanal.

Fig. 61. Längsschnitt zwischen zwei Tentakelbasen gefürt. Vom Gehirnring entspringt der Radialnervenstamm. Die Baur'schen Gehörbläschen liegen lateralwärts vom letzterem. (*B.S.*)

Fig. 62. Längsschnitt durch den Tentakel und dessen Basis. Vom Tentakelschlauch zweigt sich ein blind endender Schlauch (*R.W.*) ab, welcher sich in das Radialwassergefäfs fortsetzt.

Fig. 63. Die Seminularklappe am Eingange in die Tentakelcavität. *K.St.* Kalkring.

Fig. 64. Die Muskelfibrillen mit dem aufliegenden Epithel von der Semilunarklappe. F. oc. 2. *mk.* Muskelkern.

Fig. 65. Epithel der Leibeshöle, Längsschnitt, (s. Text). D. oc. 2.

Fig. 66. Dasselbe von der Fläche gesehen.

Fig. 67. Bindesubstanz aus der Körperwand. F. oc. 2.

Fig. 68. Bindesubstanz aus dem Mesenterium, dies. Vergr.

Fig. 69. Bindesubstanz aus der Leibeswand. D. oc. 2.

Fig. 70. Concrementhaufen aus der Bindesubstanz des Wassergefäfssystems. *K.* = Fettkugel (?) um welche die schwarzen Pigmentkörner gelagert sind.

Tafel VI.

Fig. 71. Querschnitt durch einen Tentakelkanal welchem eine Blutlakune aufliegt (*bl.*). Rechts und links von derselben gehen Suspensorien ab zum Oesophagus. A. oc. 2.

Fig. 72. Ein Teil der Wandung des Tentakelkanals mit der Blutlakune vergröfsert. Mit e^1 ist das Epithel bezeichnet, welches den Kanal auskleidet, mit *rm.* die innere Ringsmuskellage, welche in der Wandung der Blutlakune einer Längsmuskellage Platz macht. Mit lm^1 ist die nur im Tentakelkanale (nicht im Ringkanal) vorhandene Längsmuskelschicht bezeichnet.

Fig. 73. Flächenansicht des Epithels aus der Tentakelcavität. F. oc. 4. ausgez. Tubus.

Fig. 74. Epithel mit den Ringsmuskeln aus dem Ringkanal, von der Fläche gesehen. F. oc. 2.

Fig. 75. Bindesubstanz aus dem Kalkstück, (entkalkt).

Fig. 76. Blutzellen aus der Blutlakune des Darmes. F. oc. 2. ausg. Tubus.

Fig. 77. Querschnitt durch die Dünndarmwandung von Holothuria tubulosa, mit der dorsalen Blutlakune.

Fig. 78. Plasmawanderzellen von Synapta digitata. F. oc. 2. ausg. Tubus.

Fig. 79. Querschnitt durch die Drüsenmagenwandung von Holothuria tubulosa.

Fig. 80. Eine einzelne isolirte Drüsenzelle. F. oc. 2. H. tub.

Fig. 81. Querschnitt durch den Oesophagus und Blutlakune von Cucumaria Planci.

Fig. 82. Flächenansicht und Seitenansicht des Epithels, welches die Baur'schen sog. Gehörbläschen auskleidet. F. oc. 2.

Fig. 83. Steinkanal und Madreporenplatten am Ringkanal von Holothuria tubulosa.

Fig. 84. Längsschnitt durch die Madreporenplatte und den im Inneren liegenden Steinkanal (*st*). *hr.* = Holraum zwischen der inneren Wandung der Madreporenplatte und der äufseren des Steinkanals. *P.K.* Porenkanälchen in der Wandung des Madreporensackes. Hol. tub.

Fig. 85. Ein Porenkanälchen mit der Wandung stärker vergröfsert.

Fig. 86. Aufsenepithel des Madreporensackes. F. oc. 4.

Fig. 87. Epithel eines Porenkanälchens, Flächenansicht. F. oc. 2.

Fig. 88. Epithel vom Capitulum eines Tentakels. $^1/_{12}$ Imm. oc. 4. *stz.* Stützzellen. Hol. Polii.

Fig. 89. Plasmawanderzellen von Cucumaria cuc. F. oc. 2. a. Tub.

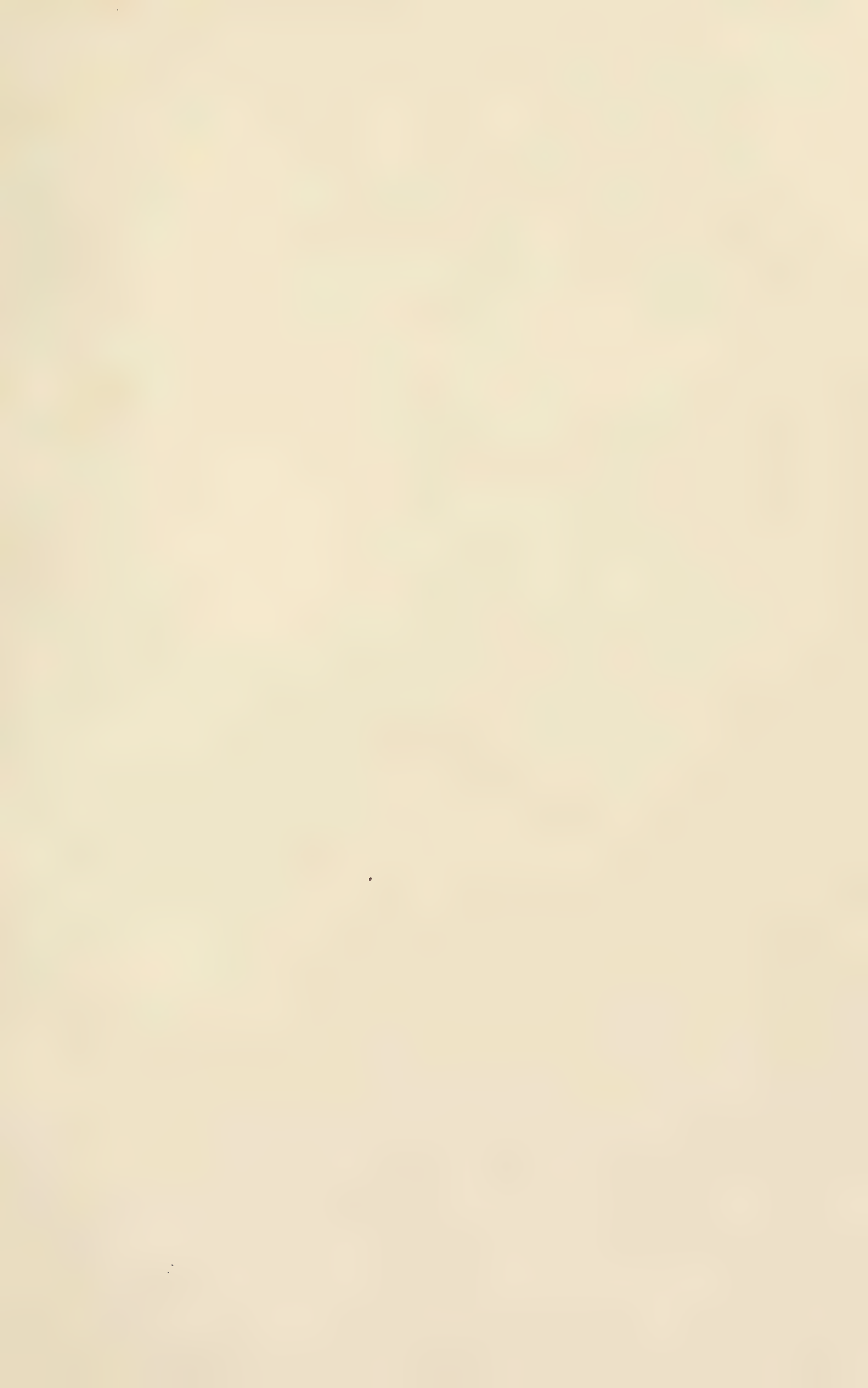
Fig. 90. Grofse Plasmawanderzellen von Hol. tub. F. oc. 2. bei ausgez. Tubus gez.

Fig. 91. Bindesubstanzzellen (a. kleine, b. grofse,) von Cuc. Planci, dies. Vergr.

Fig. 92. Aufsenepithel vom jungen Geschlechtsschlauch von Hol. tub. Flächenansicht. F. oc. 2.

Fig. 93. Leibeshölenepithel von der Fläche gesehen von Syn. digitata. F. oc. 2.

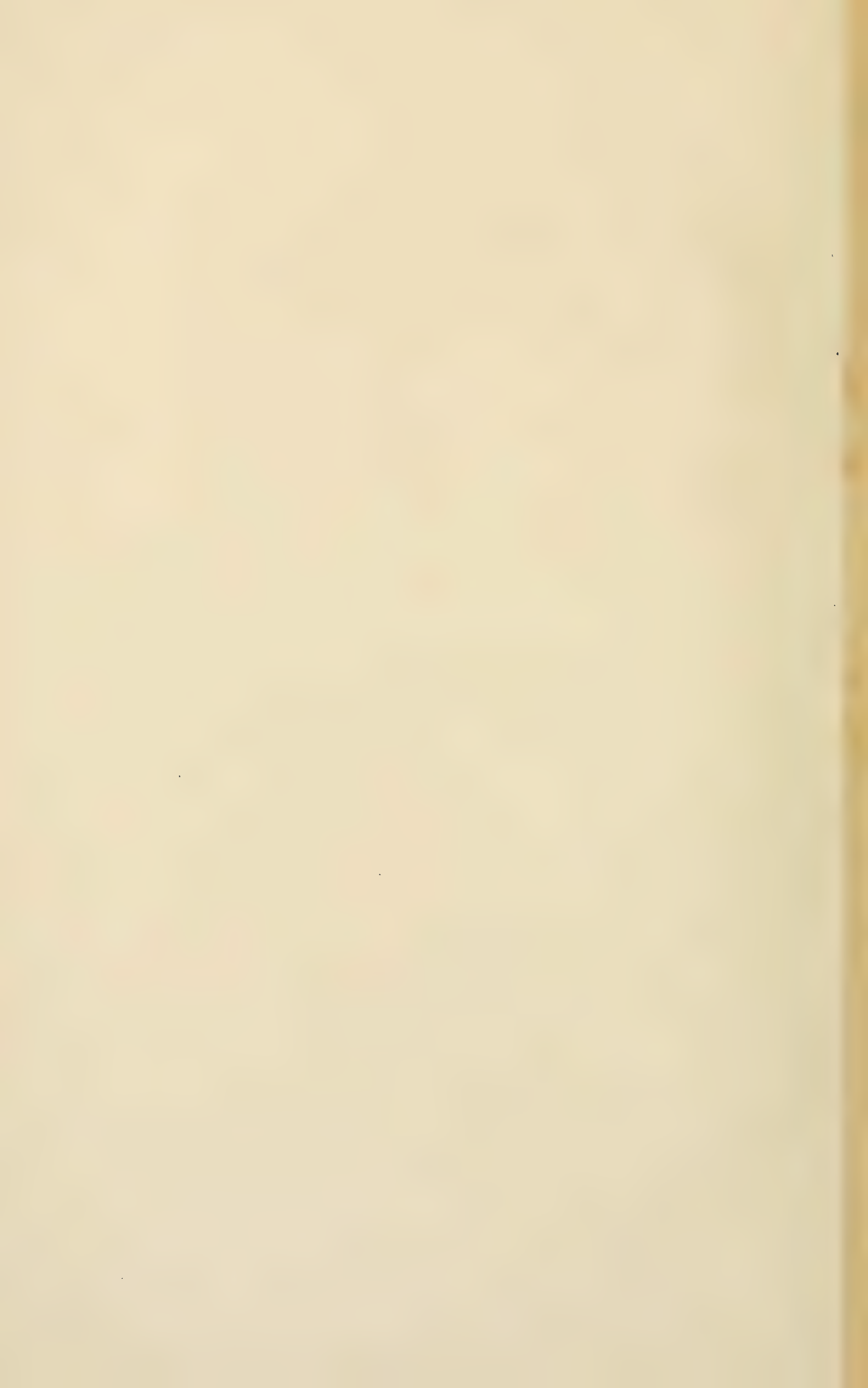
Frommann'sche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.

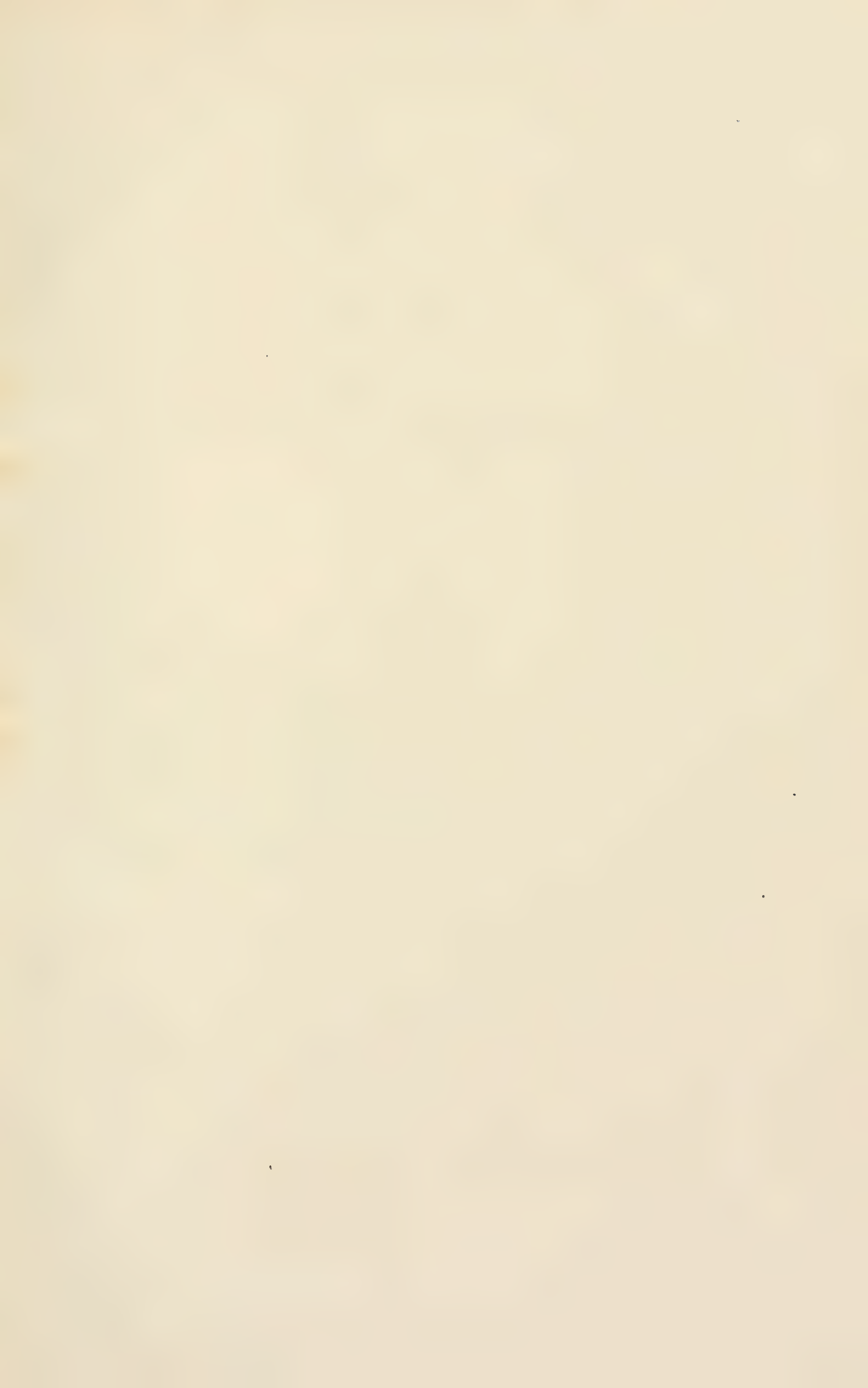






Verlag v. Gustav Fischer in Jena.



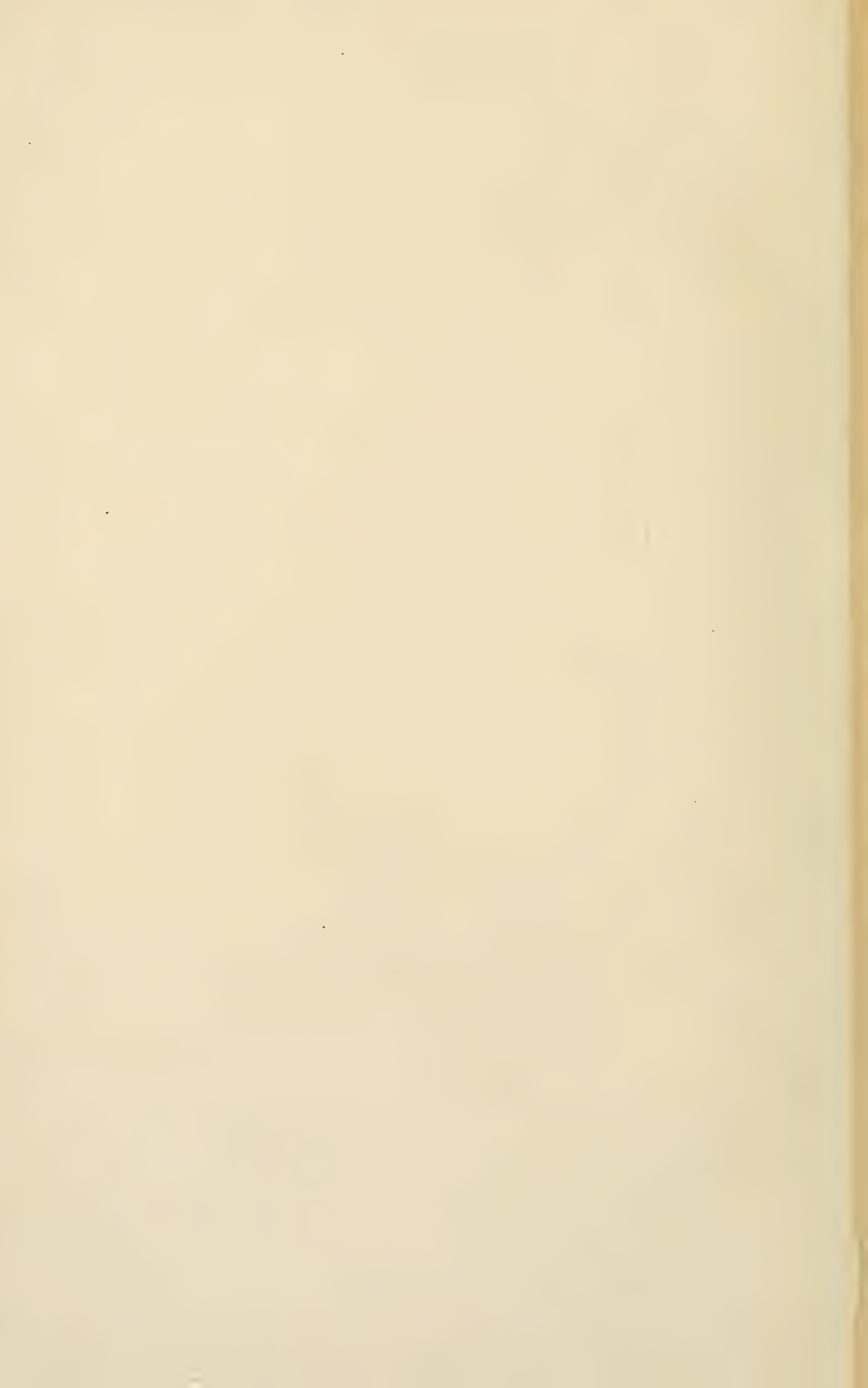






O. Hamann cam. luc. del.

Verlag v. Gustav Fischer in Jena.

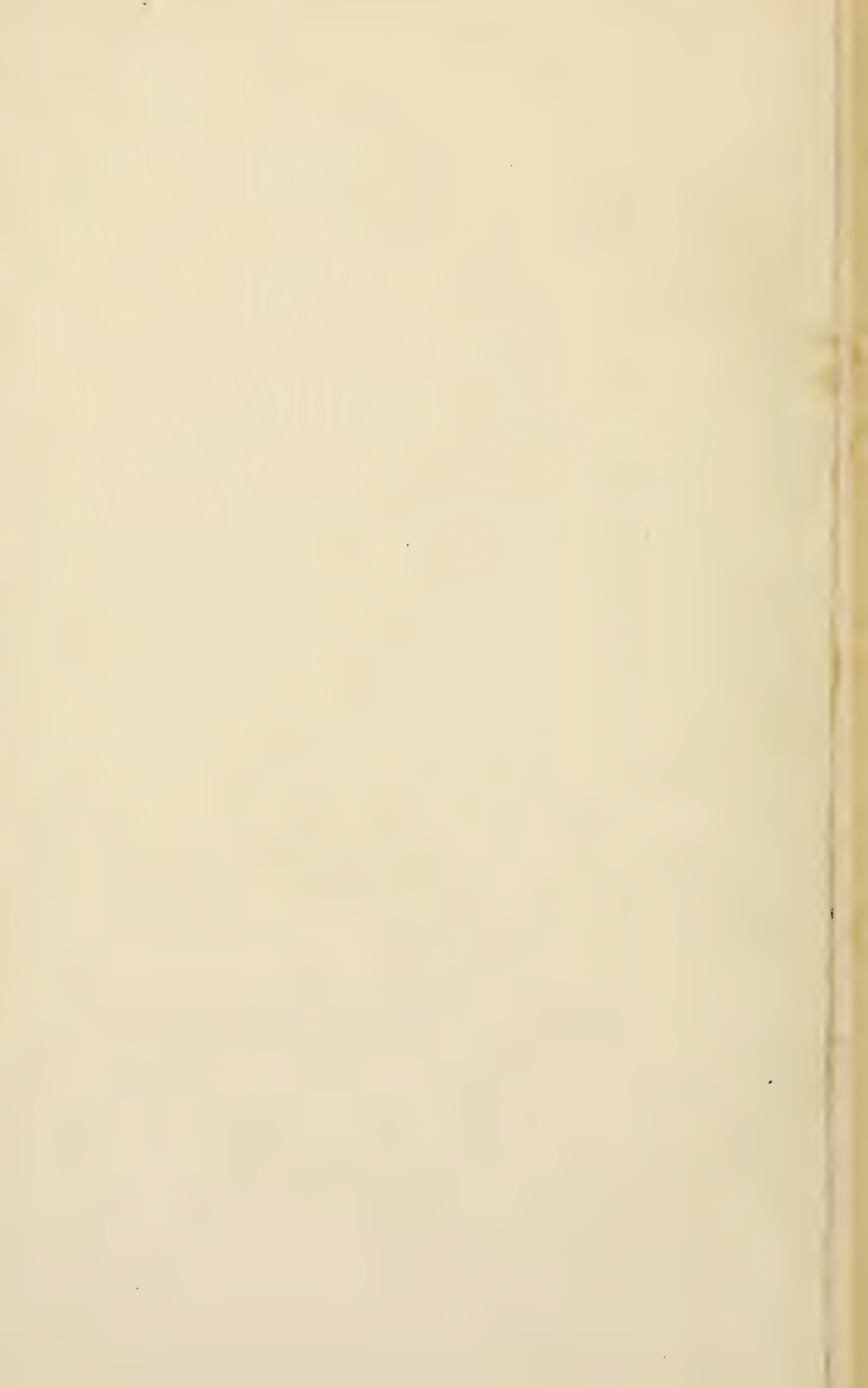






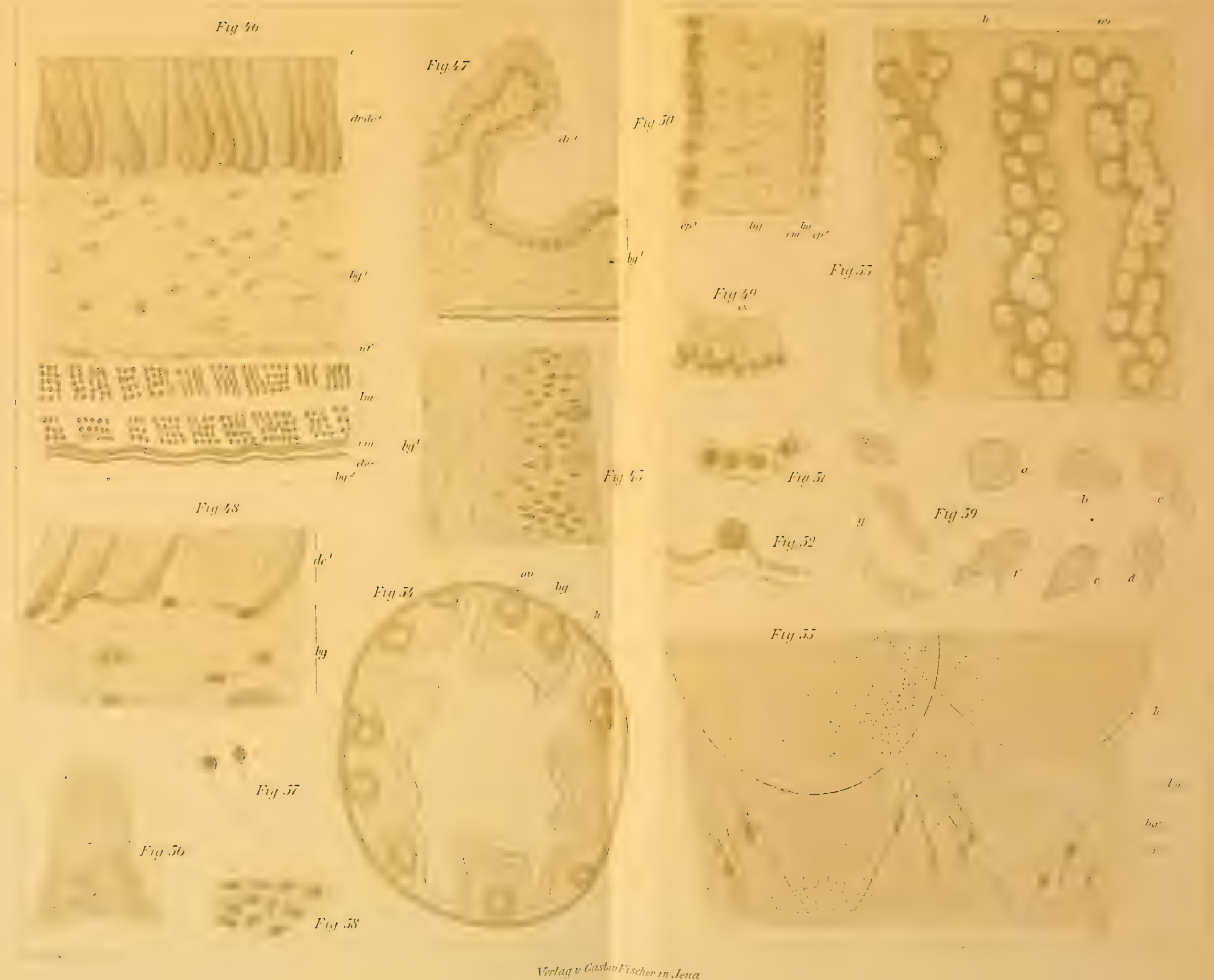


Verlag v. Gustav Fischer, Jena.

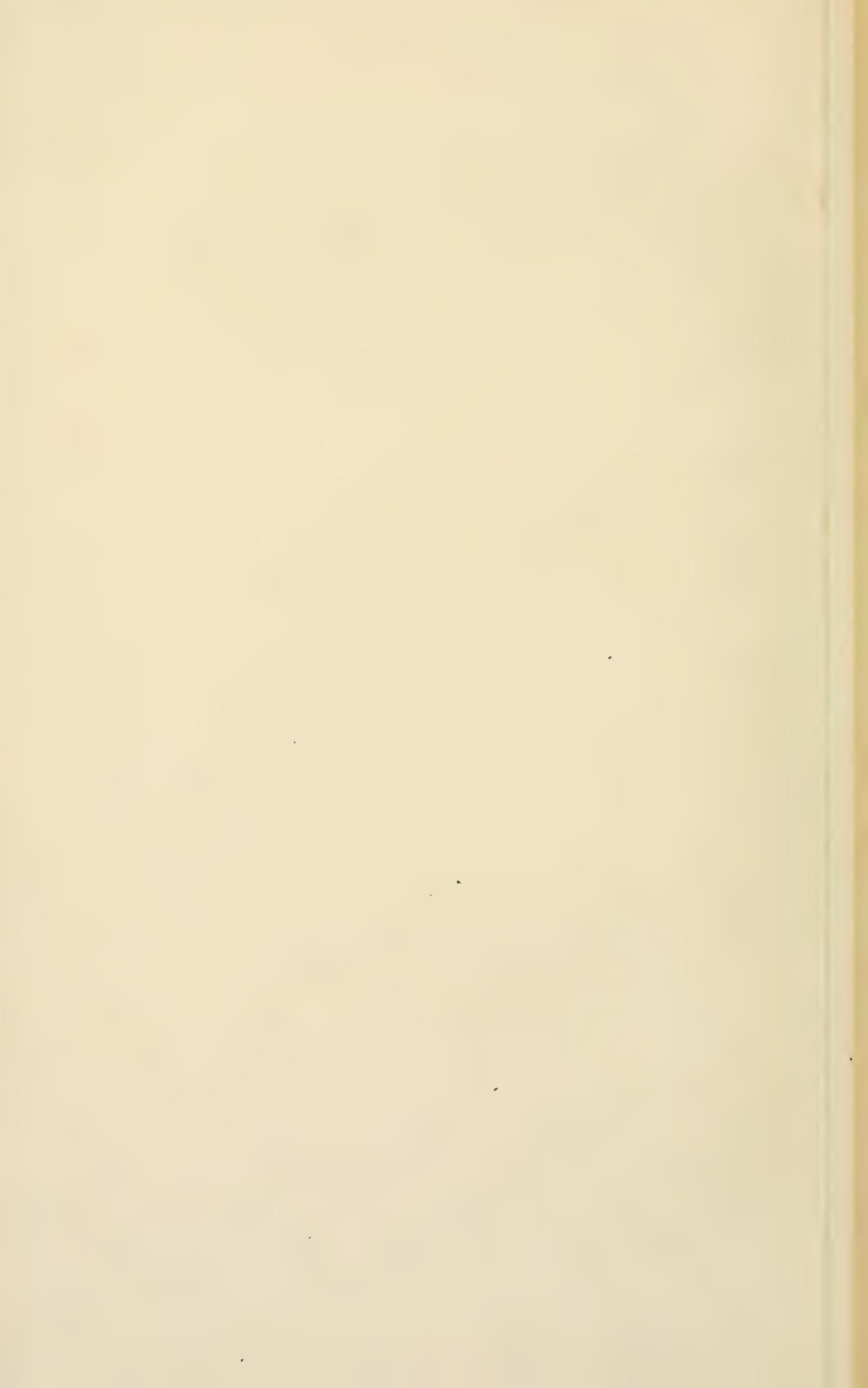






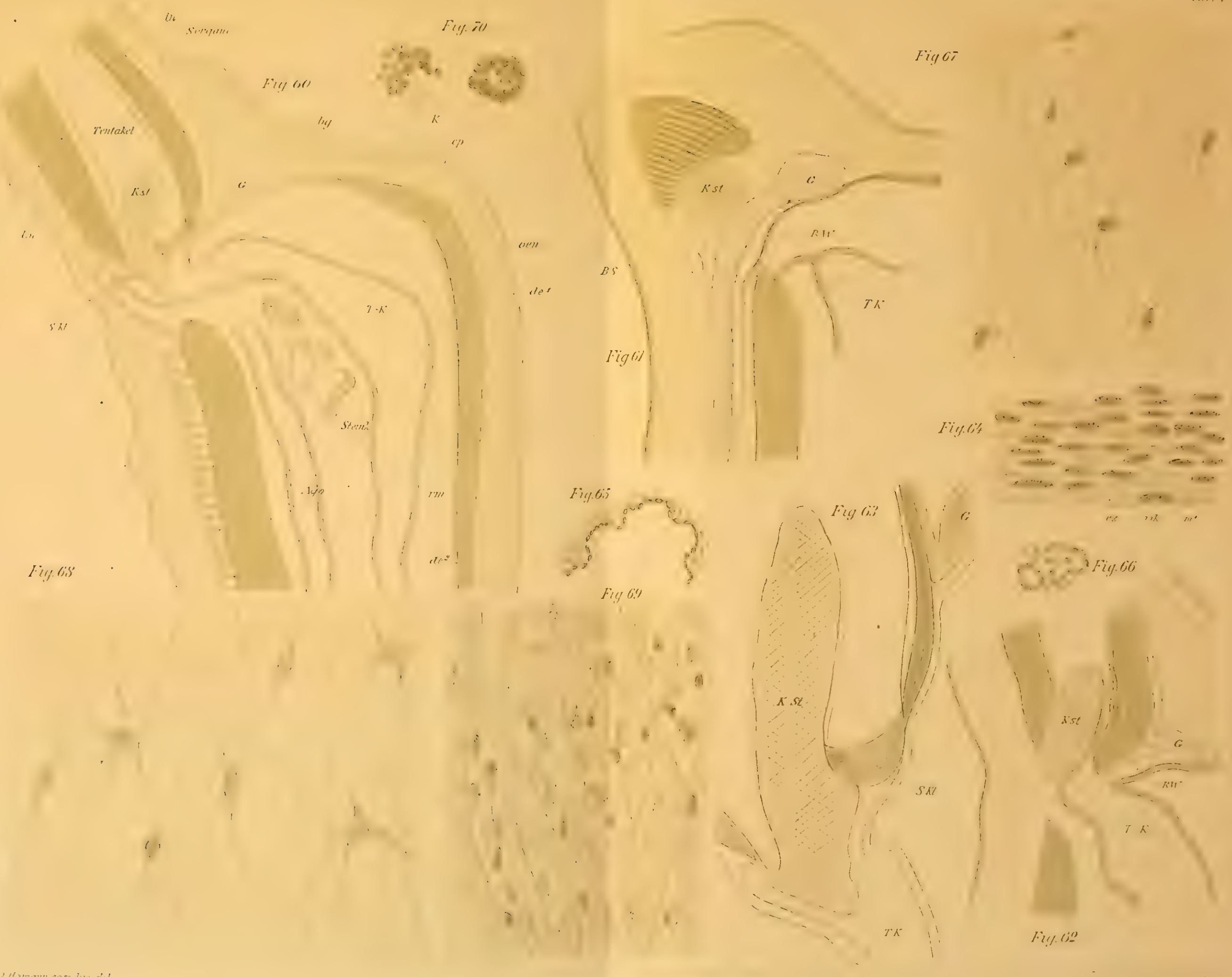


Verlag v Gustav Fischer in Jena









O. Hamann cam. luc. del.

Verlag v. Gustav Fischer in Jena



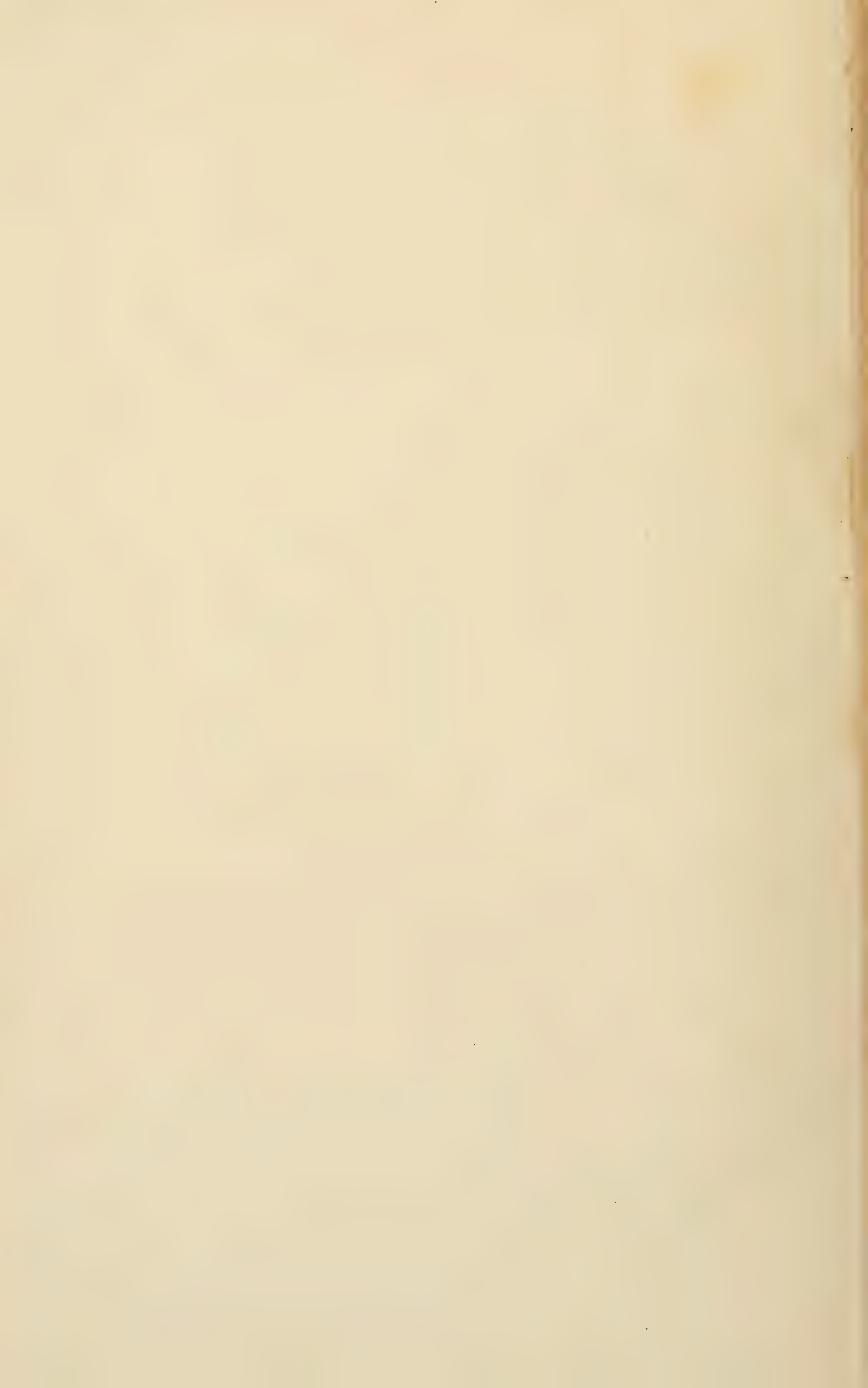


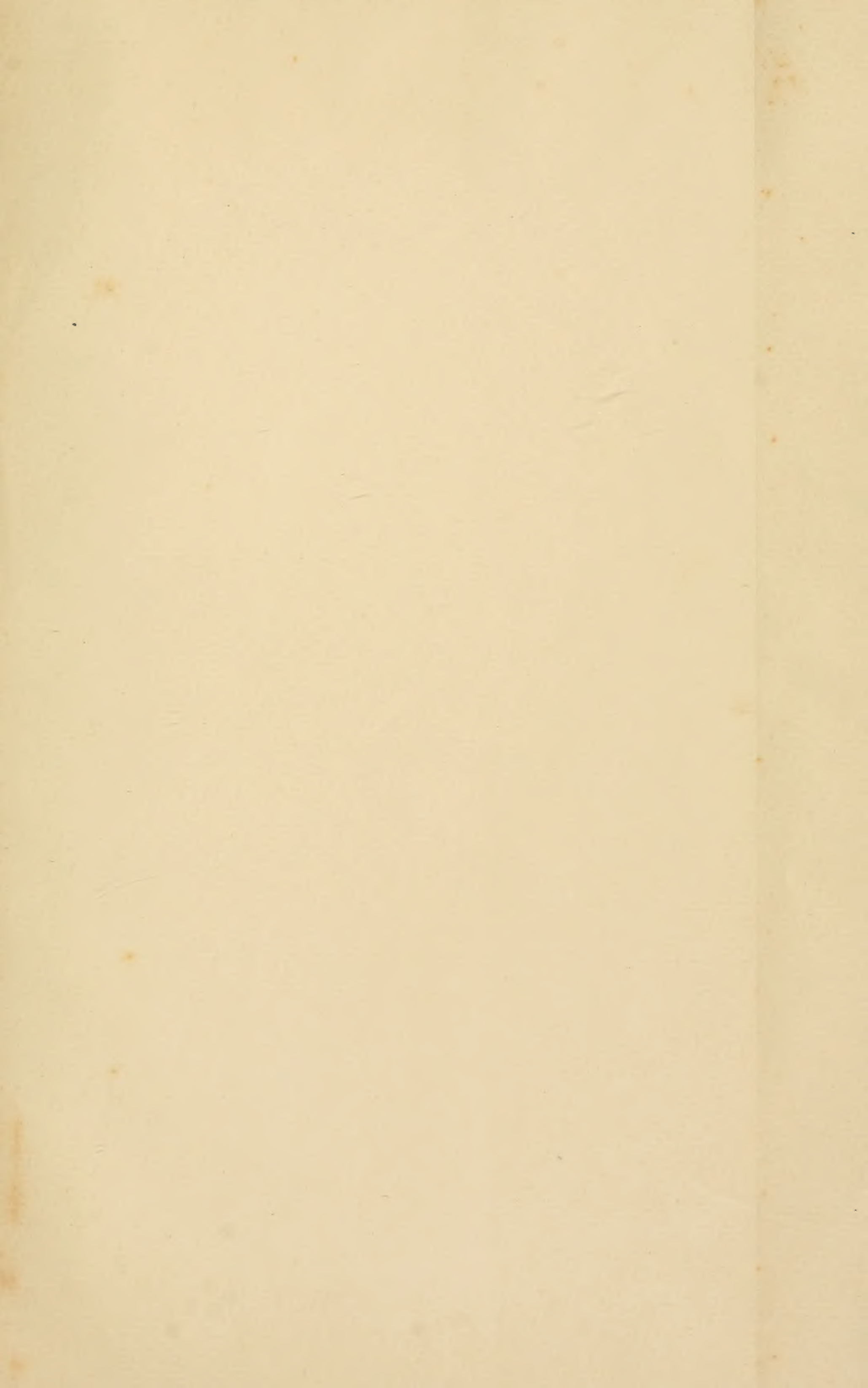




O. Hamann cam. luc. del.

Verlag v. Gustav Fischer in Jena.








G.E.STECHERT
& Co.
NEW YORK

